

# LA INVESTIGACION CIENTIFICA EN LA TECNICA AERONAUTICA

Conferencia pronunciada por el Ingeniero Aeronáutico D. GREGORIO MILLAN BARBANY, el día 30 de octubre de 1954, con motivo de la Asamblea anual de la Asociación de Ingenieros Aeronáuticos.

## 1. Introducción.

Hace un año se celebraba el primer cincuentenario de los vuelos que los hermanos Wright efectuaron en Estados Unidos el día 17 de diciembre de 1903, fecha que se señala como día del nacimiento de la Aviación. Con tal motivo, muchos periódicos y revistas se dedicaron a glosar, en gran profusión de artículos y trabajos, el desarrollo alcanzado en lo que va de siglo por la Aeronáutica, en sus múltiples aspectos y manifestaciones. Véanse, por ejemplo, a este respecto, los trabajos citados en las referencias (1) a (15)\*, a título de información. Ello me exime a mí del deber de hacerlo, como es proverbial en estos casos, por lo que me limitaré a mostrar dos fotografías que representen simbólicamente el progreso alcanzado. La primera (figura 1) muestra el avión en que los hermanos Wright realizaron su primer vuelo. Este avión, ya legendario, puede contemplarse en los Estados Unidos, en el Museo Científico de la Institución Smithsoniana (16), en Washington, D. C. Cuando se le observa,

\* En lo que sigue, los números entre paréntesis se referirán a la bibliografía que se da al final del trabajo.

asombra el esmero e ingenio con que los hermanos Wright cuidaron hasta los últimos detalles de este aparato, que Wilbur y Orville Wright proyectaron, construyeron y volaron por sí mismos, sin ayuda de nadie. La segunda fotografía (fig. 2) muestra, en el extremo opuesto de la evolución, al avión de reacción 707 de la casa norteamericana Boeing, que en estos momentos efectúa sus vuelos de ensayo. Este avión y el "Comet III" en Inglaterra, representan la tendencia más moderna en las aeronaves de transporte rápido, y constituyen una muestra del material que probablemente utilizarán las líneas aéreas comerciales, en un futuro inmediato, en algunas de sus rutas. En sus primeros vuelos, el avión 707 ha alcanzado alturas superiores a los 12.000 metros y velocidades de más de 900 Km./h. Aparte de su aplicación comercial como avión de transporte, en el terreno militar se utilizará como avión cisterna para repostar de combustible a los aviones militares en vuelo.

Uno de los índices más característicos del progreso aeronáutico, y de los más espectaculares al mismo tiempo, es la velocidad. La carrera por la velocidad ha permiti-

do pasar, en medio siglo, de velocidades inferiores a los 100 Km. por hora, a velocidades próximas a los 3.000 Km./h., en aviones pilotados, y a velocidades próximas al doble, en cohetes como el V2 alemán de la segunda guerra mundial.

Por cierto que la carrera de la velocidad ha sido y sigue siendo una carrera con obstáculos. Primero fué la barrera del sonido, que se alcanzó hacia comienzos de la segunda guerra mundial, y se saltó por primera vez en un avión pilotado, en los EE. UU., en 1947, como primer resultado de un programa de investigación al que me referiré más adelante (20). Hoy, tan sólo siete años más tarde, el paso de la barrera del sonido es un problema resuelto, que practican frecuentemente pilotos de ambos sexos, y que constituye un número de atracción en festivales aeronáuticos, junto con sus misteriosos golpes de gong, como las ascensiones en globo y las exhibiciones acrobáticas lo fueron en otros tiempos.

Por otra parte, es sabido que hoy existen ya aviones supersónicos de combate en las Fuerzas Aéreas de varios países, y se estima que el avión de combate de los años próximos, quizá no más de dos, volará a un número de MACH de 2 (23). También se contempla como realidad de un futuro próximo el avión atómico (24), el cual resolverá definitivamente los problemas de radio de acción y autonomía de los aviones estratégicos, y a cuya realización se consagra un gran esfuerzo, por ejemplo, en los Estados Unidos.

Apenas superada la dificultad de la barrera del sonido, aparece una nueva barrera, la del calor, que constituye uno de los mayores obstáculos al vuelo supersónico rápido (22) y (187). No se trata solamente, en este caso, de

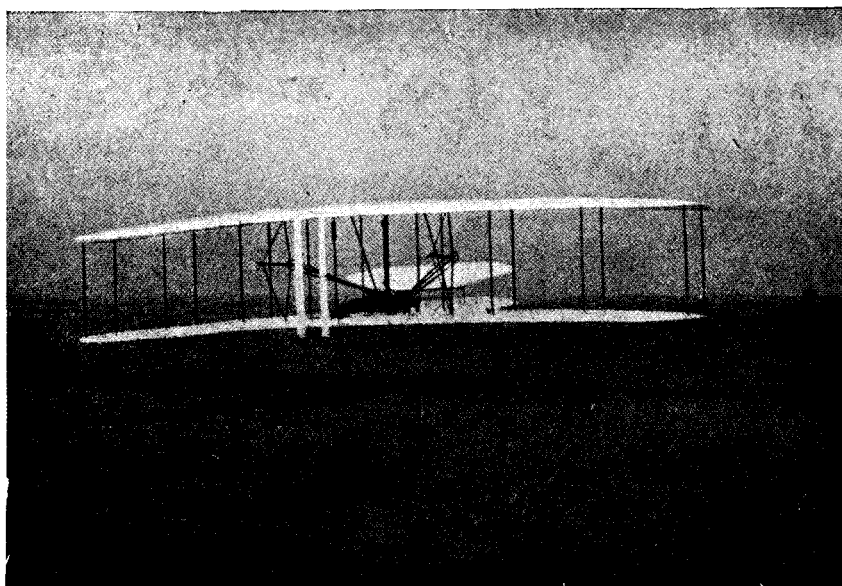


Figura 1.



Figura 2.

siera simbolizar también el desarrollo y progreso de la investigación mediante dos fotografías, que muestran de modo aproximado la evolución experimentada en lo que va de siglo por el instrumento más característico de la investigación en aeronáutica; es decir, el túnel aerodinámico.

La primera fotografía (fig. 3) muestra una reproducción del túnel aerodinámico que los hermanos Wright proyectaron, construyeron y utilizaron en un programa de investigación aplicada, cuyos resultados, junto con la experimentación en vuelo que practicaron simultáneamente en veleros, les proporcionaron la información necesaria para el proyecto del avión que vimos en la figura 1. Este túnel aerodinámico tenía una sección de ensayos cuadrada, de 1,1 metros de lado, y la corriente de aire alcanzaba en él una velocidad máxima de 12 m./s. en la sección de ensayos. Una descripción minuciosa del túnel, balanzas, etc., se encontrará en la ref. (115).

La segunda fotografía (fig. 4) muestra un esquema del mayor túnel aerodinámico del mundo, el cual se halla aún en construcción y entrará en funcionamiento, pro-

refrigerar al piloto e instrumentos para que funcionen normalmente, lo que puede llegar a duplicar la potencia necesaria para el vuelo, sino de encontrar materiales que sean resistentes al calor, y ello en condiciones de trabajo muy desfavorables. Puede dar idea de lo crítico de la situación el hecho de que la temperatura de la superficie de un avión que vuele en las capas inferiores de la estratosfera a un número de MACH de 3: por ejemplo, valor muy próximo a ser alcanzado en aviones pilotados, es de unos 325° C. Por cierto que a diferencia de lo que ocurre con la barrera del sonido, la del calor no puede saltarse, porque en realidad no es tal barrera, sino más bien un baño caliente, cuya temperatura aumenta tanto más cuanto más nos sumergimos en él.

La Aeronáutica es una técnica sumamente difícil, cuyo progreso no hubiera sido posible de no ir

precedido y acompañado por una investigación sistemática y rigurosa, la cual se ha desarrollado también de modo fabuloso, a medida que los problemas que ha sido necesario resolver se han ido haciendo más complejos y costosos. Qui-

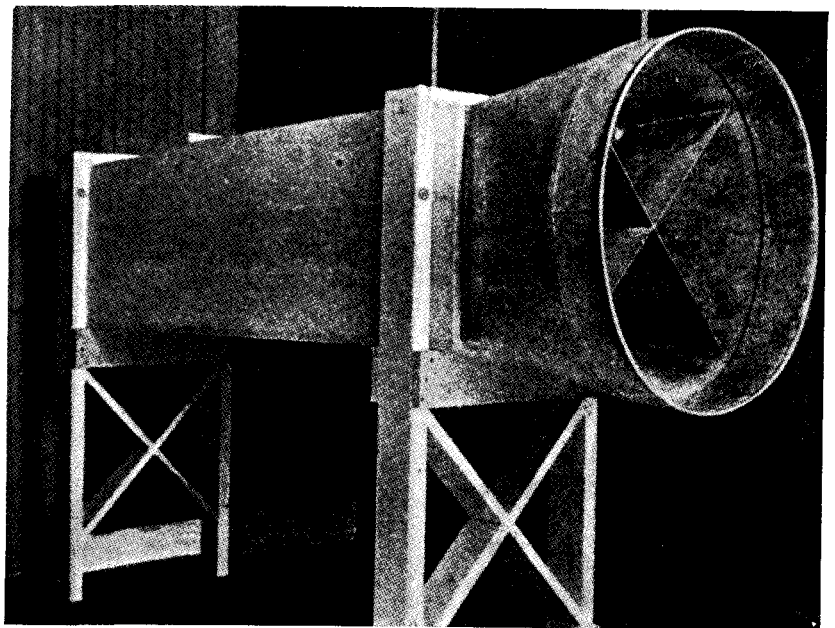
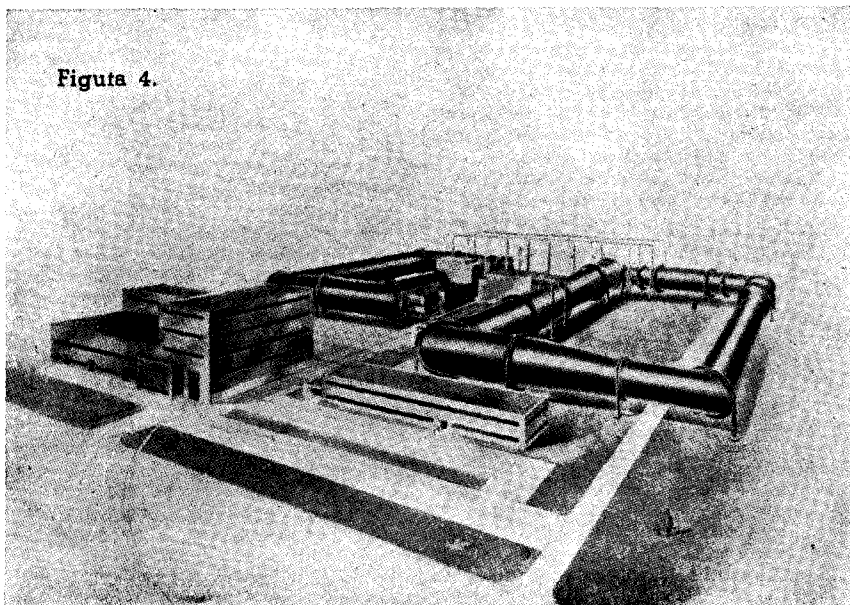


Figura 3.

Figura 4.



bablemente, el año próximo. Se trata del túnel de propulsión del centro de desarrollo A. E. D. C. (Arnold Engineering Development Center) de las fuerzas aéreas de los EE. UU. El túnel tiene dos circuitos independientes, que pueden verse en la fotografía 4, con secciones de ensayos cuadradas de 4,8 m. de lado. Uno de los circuitos es para velocidades subsónicas y transónicas, y el otro para velocidades supersónicas. En este túnel podrán ensayarse todos los sistemas de propulsión de los aviones, a escala natural. Su potencia total es de 216.000 CV., que se obtienen de cuatro motores eléctricos, dos de 25.000 CV. y dos de 83.000 CV. cada uno. La figura 5 muestra la sala de máquinas del túnel. Este se halla enclavado en los laboratorios que el A.E.D.C. tiene situados en Tullahoma, estado de Tennessee, y es tan sólo una de las gigantescas instalaciones que el citado centro tiene en proyecto, construcción o funcionamiento. Una descripción detallada del túnel se hallará en la ref. (174), de donde se han tomado las figuras 4 y 5. Puede dar idea de la magnitud de las insta-

laciones del A.E.D.C. el que su costo estimado es de once mil millones de pesetas, de las cuales ya se ha construido por valor de más de siete mil millones de pesetas. El presupuesto de este año para dicho centro es de unos dos mil millones de pesetas.

\* \* \*

A continuación voy a exponer ante ustedes algunas consideraciones y comentarios relativos a este

problema de la investigación y desarrollo en el dominio de la técnica aeronáutica.

## 2. Investigación y desarrollo.

Acostumbran a distinguirse tres fases sucesivas en el proceso que lleva desde el descubrimiento de un nuevo hecho o teoría hasta la realización práctica de las consecuencias que de los mismos se deducen. Dichas fases se llaman habitualmente de *investigación básica*, de *investigación aplicada* y de *desarrollo*.

La *investigación básica* corresponde al estudio del fenómeno en su aspecto general, para determinar las leyes que lo rigen, sin que dicha investigación se oriente hacia su aplicación inmediata a un sistema particular. Es ésta la fase más incierta del proceso, puesto que, en general, son desconocidos, o al menos muy dudosos, los resultados que van a obtenerse de tal investigación. Si ha de ser fructífera, requiere la colaboración de personal altamente calificado, que trabaje en condiciones de gran flexibilidad e independencia mental. Hay que advertir que investigación básica no quiere decir investigación sin meta determinada, por el merc

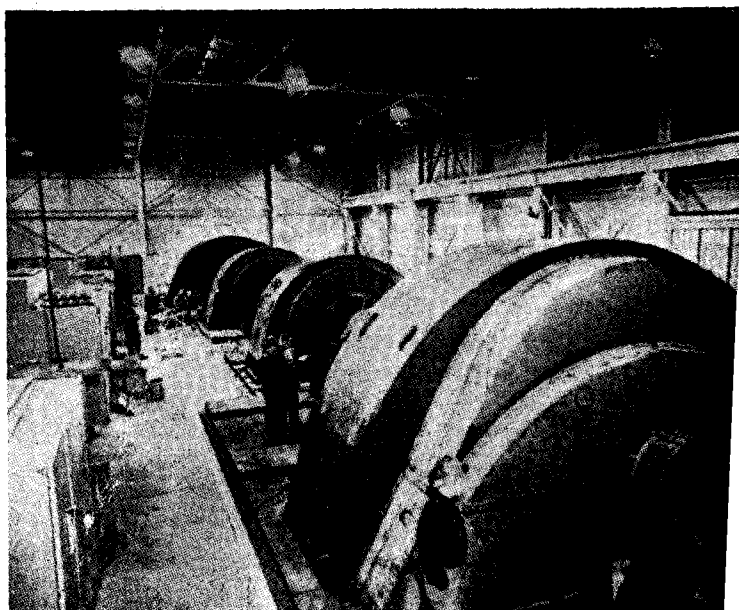


Figura 5.

placer de efectuarla. Por el contrario, los dominios hacia los cuales se dirige la atención son los que se hallan más directamente relacionados con la técnica especial que interese; es decir, se trata de una investigación orientada.

La *investigación aplicada* se ocupa de la posibilidad de aplicar los descubrimientos que le proporcione la investigación básica a la construcción de nuevas realizaciones, y de la forma en que dicha aplicación debe efectuarse. Es la investigación aplicada quien debe proporcionar al proyectista los datos que éste necesita para llevar a la práctica la obra de Ingeniería que será el resultado final de todo el proceso.

Finalmente, la fase de *desarrollo* corresponde al proyecto, construcción, ensayo y modificaciones del prototipo que incorpore los nuevos descubrimientos, hasta llevarlo al estado de perfección necesario para que pueda procederse a la fabricación en serie del mismo.

Un ejemplo contribuirá a precisar las tareas propias de las tres fases.

Como es sabido, corresponde aproximadamente a nuestro siglo el haber llevado la Mecánica de Flúidos al estado de desarrollo necesario para que sus enseñanzas puedan ser de utilidad al proyectista, al permitirle sustituir el puro empirismo de épocas anteriores por criterios racionalmente deducidos del conocimiento científico de los hechos. Una de las personas que más decisivamente han contribuido a alcanzar tal estado de cosas es el eminente profesor alemán Ludwig Prandtl, recientemente fallecido, que fué director del Establecimiento de Investigaciones Aerodinámicas de Gotinga (Aerodynamische Versuchsanstalt), y una de sus más importantes contribuciones en el dominio de la Mecánica de Flúidos fué el descubrimiento de la existencia de la llamada *capa límite*, es decir, esa re-

gión de poco espesor que se forma alrededor de un cuerpo sobre el que desliza un flúido, y a la cual se circunscribe en muchos casos la acción del rozamiento del flúido, si la viscosidad de éste es pequeña, como ocurre, concretamente, en el caso del aire. Prandtl, que no era un matemático, sino un físico, dió a conocer su descubrimiento en el III Congreso Internacional de Matemáticas, celebrado en Heidelberg en 1904. La trascendencia del descubrimiento de Prandtl radica en el hecho de que en los casos en que existe dicha capa límite, el estudio de la acción del rozamiento puede efectuarse como una corrección a los resultados de las teorías clásicas que suponen nulo dicho rozamiento, lo que simplifica el problema de modo esencial. Las derivaciones y consecuencias de tal descubrimiento han sido muy importantes, especialmente en el campo de la Ingeniería Aeronáutica, y es una de ellas la que va a servir de ejemplo para aclarar la clasificación antes descrita.

Uno de los obstáculos con que el proyectista de aviones ha tenido que luchar desde los primeros tiempos de la Aviación, ha sido, como es sabido, el de la resistencia del aire al avance de su aeronave. Dos soluciones aparecían viables. La primera consistía en aumentar la potencia disponible en el avión. El progreso efectuado a este respecto ha sido asombroso, particularmente a partir de la segunda guerra mundial. Por ejemplo: un motor de reacción que dé un empuje de 6.000 Kg., hoy superado, y que vuele a una velocidad de 1.200 Km./h., también superada, desarrolla una potencia de 26.000 CV., y su peso no llegará a los 2.000 Kg. Para un estudio del desarrollo de la propulsión en los últimos años, consúltense las referencias (212), (214), (216), (219) y (224). La segunda solución consistía en reducir al límite la resistencia de los aviones. Tam-

bién aquí el progreso ha sido muy grande. Primero se eliminaron todas las resistencias parásitas, reduciendo el avión a un cuerpo fuselado con alas de área mínima y de superficie perfectamente pulimentada. Véanse a este respecto los comentarios del Dr. Seewald, Director del D.V.L. alemán, en la conferencia pronunciada ante la Royal Aeronautical Society de Londres en 1938 (114), así como la (193). Cuando las posibilidades parecían agotadas, nuevos descubrimientos mostraron caminos aún inexplorados, que llevaron a la concepción, como meta ideal, de lo que puede llamarse el *avión laminar*. En efecto, las *investigaciones básicas* llevadas a cabo sobre la capa límite, habían mostrado que ésta podía existir en dos estados diferentes, que se llaman *laminar* y *turbulento*, y que el rozamiento correspondiente al último es mucho mayor que el correspondiente al primero (180). Dichas investigaciones habían mostrado también que el estado natural de la capa límite, en las condiciones correspondientes al vuelo de un avión, es el turbulento sobre casi toda la superficie del mismo (199). Por tanto, se planteaba el problema de ver si sería posible o no aumentar de modo sensible la fracción de superficie del avión cubierta por una capa límite que se viese "forzada" a mantenerse en el estado laminar, utilizando algún recurso especial. En este momento empezaba a actuar la *investigación aplicada*. Los resultados de la investigación básica mostraron que existían dos recursos diferentes para lograr dicho propósito. Uno consistía en mantener la superficie libre de imperfecciones e irregularidades, y en que la distribución de presiones sobre la misma cumpliera determinadas condiciones. El otro consistía en aspirar la capa límite a través de la superficie, no dejándola crecer por en-

cima de un cierto límite. Sería demasiado prolijo describir la forma y laboratorios en que se efectuaron tales descubrimientos. Baste decir que ha sido una tarea de muchos años, la cual prosigue todavía, y en la que han participado gran número de países. De las dos soluciones indicadas, la más fácil de llevar a la práctica era la primera, y a ella se aplicaron, por ejemplo, los americanos en el N.A.C.A., poco antes de comenzar la segunda guerra mundial, en un programa de *investigación aplicada*, que culminó en la creación de los llamados *perfiles laminares* (182), cuyo empleo es hoy de uso corriente en los aviones rápidos. El primer avión que incorporó la nueva modalidad de perfiles fué el F-51, "Mustang", de la North American Aviation, Inc. El proyecto y modificaciones sucesivas de este prototipo, que por cierto se efectuaron en un tiempo *record*, corresponde a la fase de *desarrollo* en la aplicación de las ideas que proporcionaron la investigación básica y aplicada de las propiedades de la capa límite.

Incidentalmente diré que este procedimiento de estabilización de la capa límite es de alcance mucho más limitado que el de succión. Si bien este último presenta problemas tecnológicos de difícil solución, particularmente cuando la succión se realiza a través de una superficie porosa y resistente, sus posibilidades de aplicación, una vez resueltos estos problemas, son mucho mayores que las de aquél. En la actualidad, el problema de estabilización de la capa límite laminar mediante succión, recurso que puede llevar al avión íntegramente laminar, se halla en la fase de investigación aplicada. Un ejemplo excelente de tal investigación lo constituye una comunicación presentada por el Dr. Lachmann, de la casa Handley-Page, al reciente coloquio celebrado por el AGARD en Holanda durante el

mes de mayo (204). Por cierto, que la succión de la capa límite y la técnica opuesta, es decir, la inyección o soplado de aire en la capa límite, con gran energía cinética, tienen numerosas aplicaciones en la técnica aeronáutica y aun en otras técnicas, cuyo uso tiende a generalizarse. Véase a este respecto, por ejemplo, el trabajo de las referencias (202) y (205), en donde se hallarán algunas referencias complementarias.

### 3. El Ingeniero en la investigación.

Es evidente que de las tres fases mencionadas, la de desarrollo compete al Ingeniero. Es más, es ella una de las más características funciones del Ingeniero en el ejercicio de su profesión.

También parece razonable que se ocupe el Ingeniero de la fase de investigación aplicada o, al menos, que su participación en ella sea importante. Ello dará continuidad a su tarea, si ha de ser él quien lleve a la práctica los resultados de tal investigación. Por otra parte, él conocerá mejor que nadie cuáles son los problemas más acuciantes, cuya resolución puede proporcionar un avance en la técnica de que se ocupe.

Por lo que respecta a la fase de investigación básica, no creo pueda afirmarse que ésta es tarea de la exclusiva competencia del Ingeniero. El problema es aquí más bien saber hasta qué punto el Ingeniero debe participar activamente en ella.

La respuesta, a mi juicio, no tiene carácter general. En efecto, la solución puede ser función de las condiciones particulares de cada país, y aun dentro de cada uno, de la especialidad de que se trate. Por ejemplo, puede depender del nivel en que se formen los ingenieros en el país, así como del interés que otros sectores profesionales muestren por el grupo de

ciencias que más directamente interesan a la rama de la técnica en cuestión. Concretándonos al caso de España, y en él a la Técnica Aeronáutica, sólo conozco dos centros que se interesen directamente en las Ciencias Aeronáuticas. Tales son el I.N.T.A.E.T. y la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos. En otros sectores científicos del país, el interés por tales ciencias es prácticamente nulo. Por consiguiente, si alguien puede cultivar en nuestro país el desarrollo de las Ciencias Aeronáuticas, son los dos mencionados centros. De ellos, el primero ha consagrado su actividad, hasta la fecha, a la puesta a punto de sus laboratorios de ensayos y control, y a problemas de desarrollo y ayuda a la industria, como más urgentes, pero no a la investigación básica y aplicada, al menos en escala sensible. En cuanto a la Escuela, su actividad ha sido puramente docente hasta el momento, lo que no sorprende, si se tiene en cuenta su reciente creación y que los problemas de enseñanza, como más acuciantes, son los que han merecido prioridad. Sin embargo, creo sería de desear que la situación se alterase en ambos centros hacia una mayor actividad en el campo de la investigación básica, ya que en el momento actual son ellos los únicos organismos en condiciones de participar en ella de modo sensible.

Claro está que se plantea una cuestión, y es la de saber si es recomendable o no fomentar en un país como el nuestro, de perspectivas aeronáuticas limitadas, el estudio de las ciencias básicas de la Aeronáutica, cuyo desarrollo contiene el germen de invenciones y perfeccionamientos que se harán patentes en un mañana quizá lejano. Yo respondería a esta cuestión preguntando a mi vez qué razón puede existir, en un país que se interesa por el desarrollo de las ciencias, para excluir de dicho interés especialmente las que se re-



fieren al dominio de la Aeronáutica. La respuesta puede ser, o bien que no se espera poder contribuir al desarrollo de tales ciencias, o bien que las facilidades experimentales que se requieren para ello son demasiado costosas. Estamos acostumbrados a ver que los laboratorios de investigaciones aeronáuticas son los más costosos del mundo. Ellos y los de energía nuclear se disputan las cifras más espectaculares en los presupuestos. No obstante, hay que tener presente que las instalaciones gigantescas, evidentemente prohibitivas para nosotros, se precisan, y no siempre, claro está, para la investigación aplicada o para la fase de desarrollo, pero raramente para la investigación básica, la cual se contenta en general con laboratorios mucho más modestos, y tampoco para muchos problemas de investigación aplicada e incluso de desarrollo. La cuestión es más bien de selección de los problemas, a la vista de su interés y de las posibilidades de resolución de los mismos.

En alguna de mis visitas a Centros de enseñanza de Ingeniería Aeronáutica de otros países, he tenido ocasión de comprobar cómo laboratorios muy modestos, acertadamente aprovechados, proporcionaban resultados de gran valor para el desarrollo futuro de la Aeronáutica. En especial, quiero mencionar las sencillas instalaciones del Departamento de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad de Johns Hopkins, de Baltimore, en donde Clauser, Kovazsnay y Corsin han realizado un trabajo muy meritorio, y el laboratorio de combustión del profesor Emmons, en la Universidad de Harvard. Ambos constituyen dos excelentes ejemplos de la tarea que puede realizarse cuando personal bien calificado selecciona y trata acertadamente problemas de interés que no requieren una instalación costosa. Incidentalmente diré que la Ciencia de la Combustión, de cuyo

desarrollo pueden derivarse muchos beneficios para la Técnica Aeronáutica, es precisamente uno de los dominios cuya exploración, en determinados sectores, puede efectuarse con medios reducidos. Muchos problemas fundamentales quedan aún por resolver en ella, y por tanto, es recomendable consagrarse a su estudio.

Los Centros docentes que acabo de mencionar, como otros muchos que podrían citarse de los EE. UU., reparten su trabajo entre la investigación y la enseñanza, sistema que practican también otros muchos países (Inglaterra, Alemania, Francia, Suiza, Italia, etc.), y también el nuestro, en otros sectores científicos. Creo que este procedimiento es sumamente beneficioso para la investigación y para la enseñanza, y me parecería un gran acierto que se aplicara también en España al campo de la Ingeniería Aeronáutica. Los cimientos para tal sistema ya existen, merced a la estrecha coordinación que hay entre el I.N.T.A. E.T. y la Escuela, cuyos alumnos cursan los años finales de su carrera en los laboratorios de aquél. Aun cuando no me corresponde analizar la forma en que tal medida podría llevarse a la práctica, diré que, en general, en los ejemplos que he mencionado, los citados centros reciben a menudo contratos para el estudio de determinados problemas, los cuales son otorgados por otros centros estatales del país (por ejemplo, por el NACA, el ARDC y la Marina, en los EE. UU.), sistema que permite obtener una remuneración al trabajo efectuado y aprovechar, al mismo tiempo, todas las posibilidades de investigación del país. A menudo colaboran en los trabajos los alumnos de cursos avanzados, lo que les proporciona experiencia y les permite resolver, al mismo tiempo, su problema económico. Es sabido que en España, en las Escuelas de In-

geniería, la contrapartida de esto es que los alumnos aventajados resuelvan frecuentemente su problema económico dando clases preparatorias de ingreso en las Escuelas Especiales. Sin embargo, no creo que sea éste el mejor modo de aprovechar las aptitudes especiales de esos alumnos.

Un excelente ejemplo de la forma en que puede organizarse la enseñanza técnica superior en la Ingeniería Aeronáutica y simultanearla con la investigación, lo constituye el Colegio Aeronáutico de Cranfield, en Inglaterra. Este Colegio, que inició sus tareas docentes en octubre de 1946, constituye una institución modelo, única en su género. Proporciona enseñanza científica y técnica superior, mediante dos años de estudio y práctica en los laboratorios del Colegio y en vuelo, a estudiantes de muy diversas procedencias, que son admitidos en el Colegio cuando sus expedientes académicos o profesionales muestran que se hallan suficientemente calificados para ello. El Colegio, dependiente del Ministerio de Educación y regido por un Patronato designado por dicho Ministerio, se halla dividido en cinco departamentos, relativos a las especialidades siguientes: Aerodinámica, Proyectos, Propulsión, Economía y Productividad, y Experimentación en Vuelo. Está dotado de excelentes laboratorios, donde los estudiantes pueden practicar y donde, además, se efectúan trabajos de investigación, en los que muy a menudo participan los alumnos, quienes a su vez deben realizar una tesis original para obtener el certificado del Colegio. Las publicaciones del Colegio de Cranfield (*Cranfield's Reports*) son ya famosas en todo el mundo. Una extensa descripción de la organización e instalaciones del Colegio Aeronáutico de Cranfield se hallará en la referencia (112).

Como confirmación a mi pun-

to de vista en relación con estos problemas, quiero hacer observar que algunos países de potencial aeronáutico limitado han efectuado y efectúan en la actualidad importantes contribuciones en el campo de la investigación básica y aplicada. Citaré, como ejemplo, Suiza, en donde el grupo de investigadores que dirige el Profesor Ackeret, en el Instituto Politécnico de Zurich, ha adquirido renombre mundial por sus importantes contribuciones. El laboratorio que dirige el Profesor Ackeret fué el primero del mundo en construir un túnel supersónico de funcionamiento continuo, que data de 1933; tiene una potencia de 900 CV., es decir, muy modesta, y sin embargo, ha proporcionado información de gran valor. En el laboratorio del Profesor Ackeret se realizan principalmente trabajos de investigación. Los trabajos de desarrollo se hallan encomendados a los laboratorios federales de Emmen, en cuyos túneles aerodinámicos se ensayan con frecuencia prototipos de otros países, lo que constituye una fuente de ingresos no desdeñable. Otro país que quiero mencionar a este respecto es Holanda. El organismo de la investigación aeronáutica en este país es el N.L.L. (National Luchvaart Laboratorium), es decir, el Laboratorio Nacional de Investigaciones Aeronáuticas, situado en La Haya, el cual fué creado en 1919 y convertido en Instituto autónomo en 1937. Holanda ha efectuado recientemente un notable esfuerzo en el desarrollo de estos laboratorios, sin duda superior al que precisa para atender a las necesidades de la aeronáutica interior. Tal esfuerzo ha sido realizado, al menos en parte, con vistas a la proyección internacional. Más adelante citaré dos manifestaciones de tal proyección, que constituyen al mismo tiempo excelentes ejemplos de cooperación in-

ternacional en el campo de la investigación aeronáutica.

También quisiera mencionar como ejemplo digno de estudio e imitación el de Suiza, tanto en el campo de la enseñanza como el de la investigación. Se hallará información sobre ambas en las referencias (142) y (144).

#### 4. Personal investigador.

El problema de la investigación, al menos la básica, a menudo no es tanto un problema de laboratorios y facilidades como de personal debidamente capacitado. Quisiera citar, a este respecto, dos opiniones autorizadas. Una es la del Profesor alemán F. Seewald, Presidente del Comité Directivo del D.V.L. (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt), es decir, del establecimiento de investigaciones aeronáuticas alemán, y director, durante muchos años, de dicho Centro. El Dr. Seewald, refiriéndose a la primera Asamblea anual del renaciente D.V.L., celebrada después de la guerra en junio de 1953, dijo:

"En el actual período de reconstrucción, el objetivo más importante y al mismo tiempo el más difícil, es el de formar los cuadros de mando de las distintas secciones técnicas que posean las condiciones necesarias para enfrentarse con los problemas del futuro. Ya se sabe que una gran parte de los mejores ingenieros y científicos alemanes se han esparcido por todo el mundo a la terminación de la guerra. Otros, que han permanecido en Alemania, se han ocupado de otras cuestiones técnicas y no pueden utilizarse para la Aeronáutica futura. El D.V.L. se encuentra, por tanto, como todas las demás instituciones aeronáuticas, ante el problema de formar, con muy pocos especialistas, unos grupos de trabajo que, con la cuidadosa selección de jóvenes cola-

boradores, permita obtener un nivel intelectual lo más elevado posible. Este es un problema que tendrá una importancia decisiva en la futura capacidad aeronáutica alemana, pues, según demuestra la experiencia, las instalaciones materiales pueden erigirse de modo relativamente rápido; pero para la formación de unos cuadros de mando de gran capacidad, que puedan enfrentarse con los problemas futuros, son necesarios un trabajo intenso y una selección rigurosa, que exigen mucho tiempo."

La segunda opinión se refiere a los comentarios emitidos por la Comisión de Política Aérea de los Estados Unidos en informe dirigido al Presidente de la nación en 1947. Dicho informe (117) dice así, refiriéndose al personal investigador:

"La mayor dificultad que existe en el panorama de la investigación y desarrollo, tal como se ha presentado a la Comisión, no es de dinero y facilidades, sino de hombres. Durante el curso de la guerra, el número de ingenieros y científicos graduados de nuestras Escuelas y Universidades sufrió una seria baja. Tenemos actualmente una gran falta de ellos, lo que representa el peligro de que podemos encontrarnos sin el personal especialista que pueda manejar los nuevos túneles aerodinámicos y Centros de prueba que se han proyectado. El problema es muy agudo en todos los campos científicos.

La Comisión recomienda que la enseñanza de la ciencia aeronáutica debe tener primera prioridad en las discusiones de política de investigación.

El proporcionar contratos suplementarios de investigación a las Universidades y otros Centros de enseñanza, es un procedimiento de mejorar la situación, pero que no es bueno por sí mismo."

Las consideraciones complementarias que aduce en este último pá-



rrafo para mejorar la situación, son de orden crematístico. Se refieren a la necesidad de subir los sueldos y de mejorar las condiciones de vida en los lugares donde se hallan enclavados los laboratorios, con objeto de atraer a los investigadores.

Creo que el sombrío panorama presentado entonces por la Comisión ha mejorado sensiblemente en los últimos años, lo que puede atribuirse, al menos en parte, al nuevo impulso que se ha dado a la investigación científica en los Estados Unidos con motivo de la guerra fría.

Creo que este problema de la falta de personal investigador existe también en nuestro país, y me parece que su importancia justificaría el que los organismos encargados de dirigir y reformar la enseñanza técnica, y de practicar la enseñanza e investigación, le prestasen gran atención. En efecto, no creo que la organización actual permita considerar el problema como resuelto. Porque, una de dos: o los ingenieros están preparados para efectuar investigación cuando salen de sus Escuelas, o los que vayan a practicarla deben adquirir su preparación fuera de ellas. Lo primero, creo que es falso; pero si no lo fuera, representaría una situación anormal, puesto que sólo una fracción reducida de ingenieros dedicaría sus actividades a la investigación, por lo que no parece justificado preparar a todos ellos para ejercerla. Lo segundo no es eficaz, porque el personal que trabaja en un centro se ve pronto absorbido por las tareas cotidianas y no puede dedicar regularmente su tiempo, como sería necesario, a completar su preparación. Por otra parte, el envío de estudiantes al exterior puede tener carácter circunstancial, pero no me parece recomendable como única fuente de formación del personal investigador. Por tanto, creo que hay que buscar

una solución al problema, cuya existencia me limito a señalar. Un ejemplo palpable de que el estado actual de cosas requiere atención, lo constituye el volumen consagrado a la Investigación Técnica en el II Congreso Nacional de Ingeniería celebrado en Madrid en junio de 1952. Los trabajos presentados, ni por su extensión ni por su contenido, permiten sentirse orgullosos de la tarea efectuada, o al menos de la atención prestada a la misma en dicho Congreso.

\* \* \*

Terminadas estas consideraciones generales, quisiera referirme ahora concretamente al desarrollo alcanzado en la actualidad por la investigación científica en la Técnica Aeronáutica, así como a la forma en que se intenta y se ha intentado organizar dicha investigación en algunos países, ilustrando las observaciones con algunos ejemplos.

### **5. Escalas en la investigación y desarrollo aeronáuticos.**

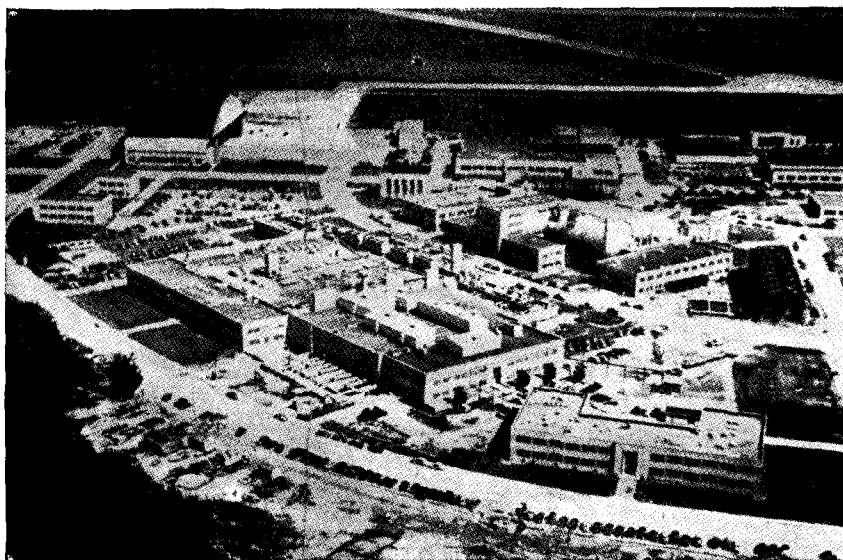
Dijimos al comienzo que la investigación científica ha precedido y acompañado al desarrollo de la Técnica Aeronáutica desde los primeros momentos.

Creo que, en este proceso de desarrollo y ejercicio de la investigación aeronáutica, pueden distinguirse tres escalas diferentes, las cuales, parcialmente, se suceden a través del tiempo, y parcialmente se superponen.

La primera es la que pudiera llamarse *escala privada*, en que la investigación se efectúa en laboratorios privados, o bien pertenecientes a una industria o algún otro organismo estatal o paraestatal, cuya misión específica no es la investigación aeronáutica. Por ejemplo, los laboratorios de Aeronáutica de algunos centros do-

centes o de algunas sociedades científicas. Esta fué la única forma en que existió la investigación aeronáutica en los primeros momentos. En la actualidad sigue practicándose este sistema de investigación con gran éxito. En algunos países incluso existen sociedades comerciales privadas, cuya función es la investigación, que realizan bajo contratos, otorgados por las casas u organismos interesados en resolver determinados problemas. Tal es, por ejemplo, el caso de la Combustion Research Inc., de Pittsburgh, en EE. UU., recientemente fundada. Por otra parte, las casas constructoras de aviones, que se encuentran a menudo con dificultades para utilizar los laboratorios existentes en otros organismos del país, con objeto de ensayar en ellos los modelos de sus prototipos, especialmente si se trata de aviones civiles, por razones de prioridad de la producción militar, montan sus propios laboratorios de desarrollo, individualmente o en régimen cooperativo, reuniéndose varias industrias. Como ejemplo de los primeros, citaré el laboratorio supersónico de la North American Aviation Inc. (155). Como ejemplo del segundo sistema, mencionaré el túnel cooperativo de California, propiedad de cinco industrias, y que administra el Instituto Tecnológico de California (149). A su vez, numerosos centros de enseñanza poseen laboratorios de investigación, en donde puede coexistir material de su propiedad y de otros organismos. A veces, incluso, se otorga a dichos centros contratos para el proyecto y desarrollo de cierto material. Por ejemplo, el Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad de Johns Hopkins ha desarrollado, bajo contrato de las Fuerzas Aéreas, algún prototipo de ingenio dirigido.

La segunda escala es la *nacional*, en que los diversos países



comprueban la necesidad de organizar en escala nacional la investigación aeronáutica, creando centros especialmente dedicados a ella. Antes de iniciarse la primera guerra mundial, ya existían numerosos centros de este tipo en Europa. Por ejemplo, el R.A.E. (Royal Aircraft Establishment), en Inglaterra; el D.V.L., ya citado, en Alemania, etc. Por el contrario, en los EE. UU. de América esta situación no se alcanzó hasta 1915, con la creación del N.A.C.A. (National Advisory Committee for Aeronautics), del que hablaré más adelante.

La investigación en esta escala nacional se prosigue hoy día, en que algunos de dichos centros han alcanzado un desarrollo extraordinario, al mismo tiempo que se creaban otros muchos. Como ejemplo de dicho desarrollo, la figura 6 muestra una vista aérea del Lewis Flight Propulsion Research Laboratory, para investigaciones de propulsión, instalado por el N.A.C.A. en Cleveland, Ohio, y que fué creado en 1943. En esta fotografía puede apreciarse la profusión y complejidad de las instalaciones de dicho laboratorio. Un ejemplo de la multiplicación de centros nacionales lo constituye Inglaterra, donde existen seis de

dichos centros, en los que se practican la investigación y desarrollo aeronáuticos en alguna de sus ramas. Tales son (fig. 7), el R.A.E., ya mencionado, enclavado en Farnborough; el N.A.E. (National Aeronautical Establishment), de reciente creación, en Bedford; el N.G.T.E. (National Gas Turbine Establishment), en Pyestock; el T.R.E. (Telecommunication Research Establishment), en Malvern; el A.A.E.E. (Aeroplane and Armament Experimental Establishment), en Boscombe Down, y el M.A.E.E. (Marine Aircraft Experimental Establishment), en Felixtowe, cuyas misiones específicas no necesitan definirse, porque se hallan claramente reflejadas en la

Figura 6.

denominación. Debe mencionarse también en este país el Departamento de Aerodinámica del N.P.L. (National Physical Laboratory), en Teddington, cuyas investigaciones, que se continúan sin interrupción desde 1909, le han hecho mundialmente famoso. Una interesante reseña de tales centros y otros muchos pertenecientes a diversos países europeos, se encontrará en las referencias (136), (137) y (144).

La tercera escala es la de *cooperación internacional*. Ciertos países se hallan ante la imposibilidad de desarrollar por sí mismos algunas de las facilidades que precisan, y que otros poseen, recurriendo entonces a acuerdos de cooperación entre ellos. Por ejemplo, cuando los aliados descubrieron las instalaciones alemanas de Oetzal, en el Tirol, al final de la segunda guerra mundial, las cuales dieron, más tarde, lugar al túnel aerodinámico de Modane (163), hoy en funcionamiento, instalación ésta única en su especie en el mundo, estimaron que sería más sensato dejar a un solo país, Francia, toda la instalación, y participar de los resultados de las investigaciones que en él se practicasen, en lugar de repartirse los fragmentos capturados. Hoy, el túnel de Modane es una de las instalacio-

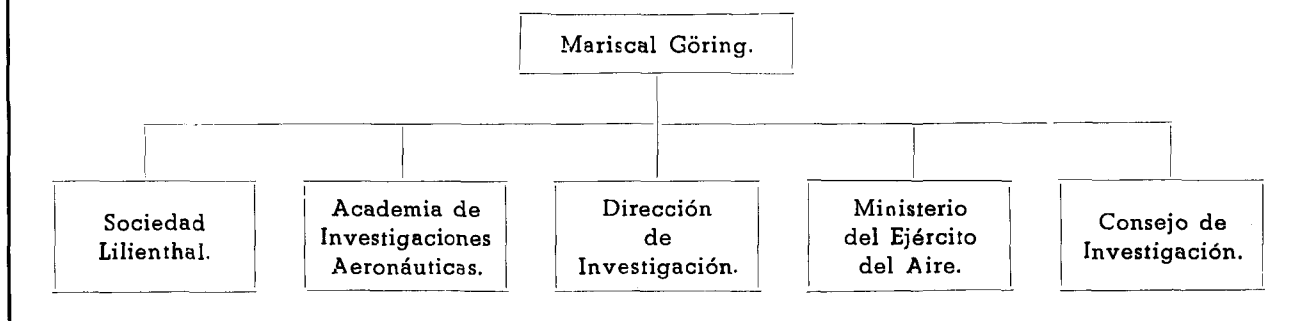
Figura 7.

**Establecimientos nacionales de investigación, desarrollo y experimentación aeronáutica en Gran Bretaña.**

R. A. E. Farnborough.	N. A. E. Bedford.	N. G. T. E. Pyestock.
T. R. E. Malvern.	A. A. E. E. Boscombe Down.	M. A. E. E. Felixtowe.

Figura 8.

**Organización de la investigación y desarrollo aeronáuticos en Alemania durante la segunda guerra mundial.**



nes más importantes de la O.N.E. R.A. (Office National d'Etudes et de Recherches Aeronautiques, 139). Como otro ejemplo de cooperación internacional, diré que actualmente se tiende a coordinar la investigación y el desarrollo de proyectiles dirigidos, que se efectúa, simultáneamente en Inglaterra y E.E. UU., con objeto de aprovechar mejor los presupuestos que se consagran en ambos países a esta rama tan cara de la técnica, los cuales suponen una fracción importante del total dedicado a investigación y desarrollo en ambos países. Otro ejemplo de cooperación internacional es también la utilización, por parte de Inglaterra, del Polígono de Tiro de Woomera, en Australia, para el ensayo de sus proyectiles dirigidos de largo alcance (335).

Otro ejemplo más, esta vez en el campo de la Aeronáutica Civil, es la idea de construcción de un túnel aerodinámico transónico, en régimen cooperativo, estudiada por la A.I.C.M.A., y resuelta mediante el alquiler de algunos túneles holandeses del N.L.L. (176).

Finalmente, el ejemplo más característico y avanzado de este sistema de cooperación internacional es la creación del A.G.A.R.D., de la N.A.T.O., al que me referiré más tarde.

**6. El Laboratorio de Aerodinámica de Joukowski.**

Como ejemplo típico de un laboratorio de investigación aeronáutica de carácter privado, correspondiente a la primera época de la Aviación, mencionaré el del Prof. Joukowski en la Escuela Imperial Técnica de Moscú. El material de que disponía este laboratorio es el siguiente: Un túnel aerodinámico de circuito abierto, de sección de ensayos circular, de 1 m. de diámetro, en el que se alcanzaba una velocidad máxima de 20 m./s., y cuya potencia era de 10 CV. Un túnel aerodinámico tridimensional, de circuito abierto, de sección de ensayos rectangular, de  $15 \times 0,3$  m.<sup>2</sup>, con velocidad máxima de 23 m./s. Un túnel aerodinámico tipo Eiffel, de sección de ensayos circular, de 0,40 metros de diámetro, con una velocidad máxima en la sección de ensayos de 43,5 m./s. y una potencia de 2,68 CV. Una cuba de agua para la observación de los torbellinos de Kármán. Un brazo giratorio de 6 m. de diámetro, para el ensayo de hélices en movimiento, cuya velocidad máxima era de 15 m./s. y accionada por un motor de 2 CV. Un banco de ensayo de hélices, con dinamómetros de par de torsión. Un túnel aerodinámico de sección cuadrada,

de 2,5 metros de lado, accionado por un motor de 47 CV.

He considerado preferible referirme a este Laboratorio, como ejemplo, porque los otros similares de la época, tales como el de Eiffel, en Francia, o el de Prandtl, en Alemania, son más conocidos.

**7. La investigación y el desarrollo aeronáuticos en Alemania durante la segunda guerra mundial.**

Seguramente en ningún momento y en ningún otro país, ha existido una organización de investigación y desarrollo aeronáuticos tan poderosa como la que montó Alemania en los años que precedieron a la segunda guerra mundial y durante ésta. Por ello, y porque dicha organización desapareció al final de la guerra y pertenece ya a la Historia, la he elegido como ejemplo del punto a que se ha llegado en la organización de la investigación y desarrollo aeronáuticos en la escala nacional. La mayor parte de la información que sigue se ha tomado de la obra del Coronel del Ejército Norteamericano L. E. Simon, que se cita en la referencia (134).

La organización de la investigación y desarrollo aeronáuticos alemanes, en la estructura que poseía hacia el final de la guerra,

aparece resumida en los cuadros de las figuras 8 a 11.

La suprema autoridad de toda la Aviación del país era el mariscal Göring. De los organismos que dependían directamente de él, los que a nosotros nos interesan son los que se muestran en la figura 9, a saber:

1.º La F.O.F.U. (Forschungsführung), es decir, la Dirección de la Investigación Alemana, la cual fué el organismo rector de toda la investigación aeronáutica del país. Para ello disponía de un Comité de cuatro miembros, a saber: Prandtl, Georgii, Seewald y Bäumker. De ellos, el primero ha fallecido recientemente; el segundo, trabaja en Argentina; el tercero es Presidente del Comité Directivo del D.V.L. en Alemania, como ya hemos dicho, y el último, trabaja en los EE. UU. para las Fuerzas Aéreas.

2.º La Sociedad Lilienthal (Lilienthal Gesellschaft) era una Asociación de tipo científico, cuya misión era promover el interés de sus asociados por la Técnica Aeronáutica y fomentar su estudio. Sociedades de tipo similar en otros países son el Instituto de Ciencias Aeronáuticas (Institute of Aeronautical Sciences), en EE. UU., y la Sociedad Aeronáutica Real (Royal Aeronautical Society), en Inglaterra. Tales Sociedades actúan mediante coloquios, conferencias y publicaciones. El equivalente en nuestro país de tales Sociedades, en las diversas ramas de la Técnica, podrían ser las Asociaciones de Ingenieros si dieran mayores muestras de actividad científica y técnica, lo que creo sería mucho de desear. En la actualidad se ha creado en Alemania la W.G.L. (Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt), es decir, la Sociedad de Ciencias Aeronáuticas, que en el futuro jugará, probablemente, el papel de la desaparecida Sociedad Lilienthal.

3.º La Academia de Investiga-

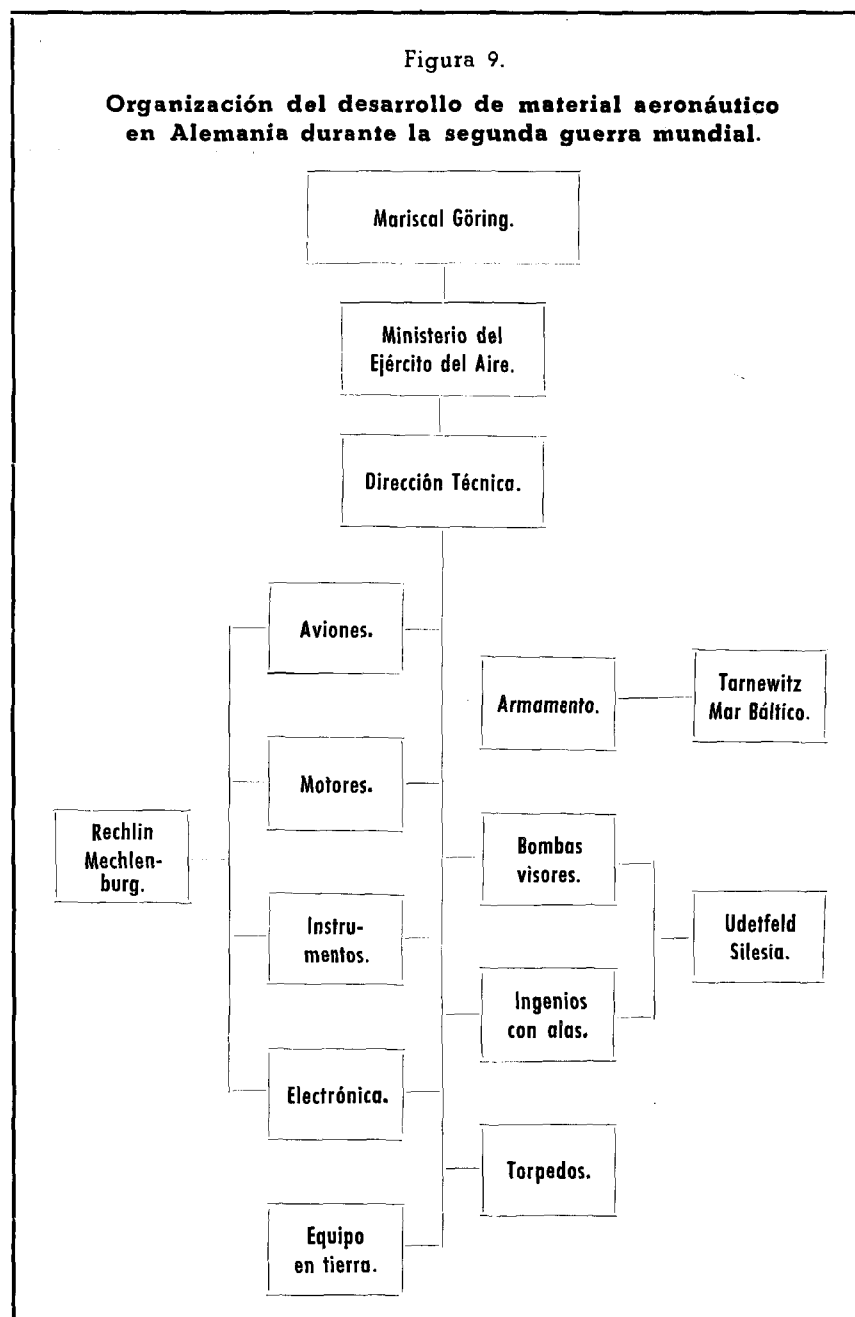
ciones Aeronáuticas (Akademie der Luftfahrtforschung) era un organismo del tipo de las Academias de Ciencias que existen en casi todos los países. Pertenecer a ella era un privilegio y un honor.

4.º El R.F.R. (Reichsforschungsrat), es decir, el Consejo de Investigación, Cuerpo rector de los Institutos Técnicos.

5.º El R.L.M. (Reichluftfahrtministerium), es decir, el Ministe-

rio del Ejército del Aire, que nos interesa aquí porque de él dependía el desarrollo de todo el material aeronáutico, de que hablamos a continuación.

Para llevar a cabo la misión de desarrollo y adquisición del material aeronáutico (fig. 9), el Ministerio del Ejército del Aire tenía una Dirección Técnica, compuesta por nueve divisiones relativas al desarrollo de Aviones, Motores,



Instrumentos, Electrónica, Equipo en tierra, Armamento, Bombas y visores, Ingenios con alas y Torpedos. Estas divisiones efectuaban desarrollo del material, por sí mismas, en una fracción pequeña y principalmente a través de las fábricas, mediante contratos. El ensayo del material se efectuaba en tres bases de prueba, a saber: la de Rechlin, para aviones; la de

Tarnevitz, para armamento, y la de Udetfeld, para bombas y espoletas.

La figura 10 nos muestra el esquema de organización de la investigación aeronáutica de la Aviación alemana. Tal organización contenía ocho establecimientos nacionales de investigación diferentes, cada uno de los cuales se componía de cierto número de Institutos, de-

dicados al estudio de determinados problemas. Estos Institutos se hallaban estrechamente coordinados entre sí y con los de otros establecimientos, pero gozaban de gran autonomía en cuanto a los programas de trabajo y modo de desarrollarlos. Los Institutos informaban directamente a la autoridad suprema, en lugar de seguir un sistema jerárquico rígido y complicado, que hubiera dificultado el ejercicio de sus funciones. El criterio alemán, en cuanto a investigación se refiere, era el de considerar a los citados Institutos como células productoras de la investigación, las cuales no conviene dejar crecer excesivamente, porque entonces se hacen demasiado torpes, sino multiplicarlas. En efecto, son varios cientos de estos Institutos los que existieron en Alemania, incluyendo los de las Escuelas Técnicas Superiores y los de las fábricas. Es notable observar la flexibilidad y autonomía de que se dotó a la organización de la investigación en un país como Alemania, con tendencia a la organización jerárquica rígida.

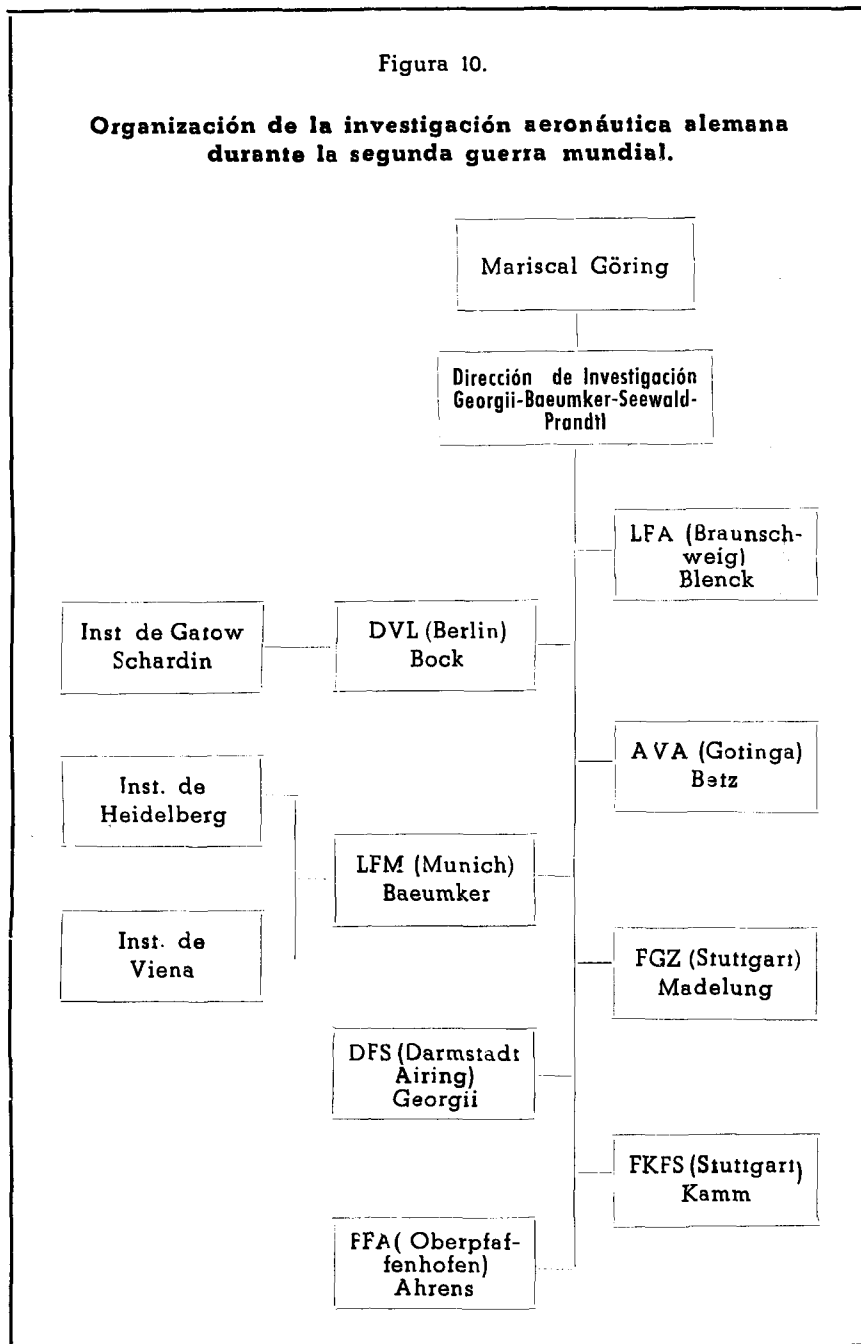
De la Dirección de Investigación ya hemos hablado. Los ocho establecimientos que dependían de ella eran:

1. El D.V.L. (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt) era el más antiguo y extenso centro de investigación nacional de Alemania, con más de 2.000 empleados. Su director fué primero Seewald, y más tarde, cuando éste pasó a la Dirección de Investigación, Bock.

2. El L.F.A. (Luftfahrtforschungsalstalt Herman Göring), es decir, "Establecimiento de Investigaciones Aeronáuticas Herman Göring", con más de 1.200 empleados. Sus laboratorios, magníficamente dotados, por ejemplo, para el ensayo de proyectiles, se hallaban enclavados en un bosque cercano a Braunschweig, y muy bien camuflados. Su director era Blenk.

Figura 10.

**Organización de la investigación aeronáutica alemana durante la segunda guerra mundial.**



3. El L.F.M. (Luftfahrtforschungsanstalt, Munchen), es decir, "Establecimiento de Investigación Aeronáutica de Munich", fué un nuevo centro, creado en 1942, y que no llegó a completarse. Su director era Bäumker, tenía unos 200 empleados y realizó excelentes trabajos de Medicina Aeronáutica, algunos de los cuales prosiguen en la actualidad. Tenía, además, dos Institutos, situados, respectivamente, en Heidelberg y Viena.

4. El A.V.A. (Aerodynamische Versuchsanstalt), es decir, el "Centro de Investigaciones Aerodinámicas" de Gotinga, con unos 800 empleados. Es aquí donde se efectuó la mayor parte de la investigación sobre Aerodinámica de proyectiles, antes de que entrase en funcionamiento el Instituto de Peenemünde. Su primer director fué Prandtl. Cuando éste se trasladó a la Dirección de Investigación, le sustituyó el Prof. Betz, que sigue en Gotinga.

5. El D.F.S. (Deutsche Forschungsanstalt für Segelflug), es decir, "Establecimiento Alemán de Investigación de Veleros", tenía unos 1.000 empleados. Los planeadores de transporte de tropas fueron un producto de este establecimiento, que también participó muy activamente en el progra-

ma de desarrollo de armas especiales, tales como el V-1 y otros ingenios dirigidos. Su director fué Georgii. Primero estuvo enclavado en Darmstadt; luego se trasladó a Ainring, cerca de Salzburgo, en la frontera con Austria.

6. El F.G.Z (Forschungsanstalt Graf Zeppelin), es decir, el "Establecimiento de Investigación Conde Zeppelin", reunió cerca de 300 empleados y trabajó en Aerodinámica de bombas, paracaídas, penetración de proyectiles en el agua, etc. Se hallaba situado cerca de Stuttgart. Su director era G. Madebung.

7. El F.F.A. (Flugfunk Forschungsanstalt), es decir, el "Establecimiento de Investigaciones Eléctricas de Alta Frecuencia" tenía unos 800 empleados y su director fué el Dr. Ahrens. Se hallaba situado cerca de Munich.

8. Finalmente, el F.K.F.S. (Institut für Kraftfahrzeuge und Flugmotoren), es decir, el "Instituto para la Investigación de Motores de Automóvil y Avión", reunió unos 300 empleados. Su director era el Prof. Kamm. Se hallaba situado cerca de Stuttgart.

La figura 11 nos muestra la misión del Consejo de Investigación como organismo rector asesor de los Institutos de Investiga-

ción de las Escuelas Técnicas Superiores, en número de 200. Dicho Consejo se hallaba también en relación con los Institutos de los Establecimientos Nacionales antes mencionados, porque los investigadores de éstos se hallaban, administrativamente, equiparados a los Profesores de las citadas Escuelas.

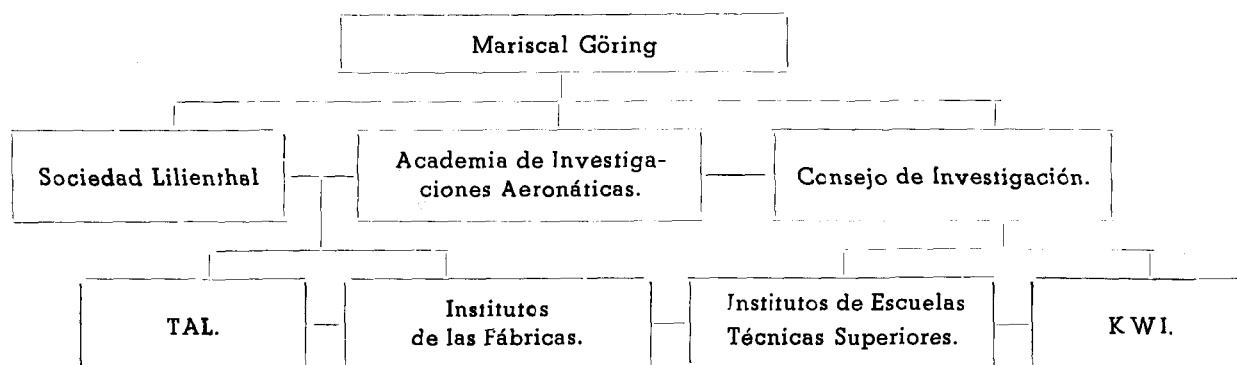
Otro organismo importante era el K.W.L. (Kaiser Wilhelm Institut), es decir, "Instituto del Kaiser Guillermo", con dos divisiones: una en Gotinga y otra en Berlín. Esta última se ocupó activamente en la investigación nuclear para la fabricación de armas atómicas.

La T.A.L. (Technische Akademie der Luftwaffe), es decir, "Academia Técnica de las Fuerzas Aéreas", se concibió inicialmente como un centro de enseñanza avanzada; pero más tarde se convirtió en uno de los centros de investigación que más alto situaron el nivel de ésta en Alemania. Tenía unos 300 empleados, que se repartían entre diez Institutos. En especial fué famoso su Instituto de Balística, bajo la dirección de Schardin, discípulo y continuador de la obra de Cranz.

Los Institutos de las fábricas fueron muy numerosos y variados

Figura 11.

**Organización de la investigación y desarrollo aeronáuticos en Alemania durante la segunda guerra mundial.**





en cuanto a la calidad y clase de trabajo que realizaron. Entre los más famosos por su alto nivel científico se contaba el D.W.M., de Lübeck.

Es interesante observar que la investigación y desarrollo aeronáuticos en Alemania eran independientes. Creo que el sistema fué útil, porque ello permitió a los alemanes proseguir la investigación aeronáutica durante toda la guerra, a pesar de la urgencia del problema de desarrollo y producción, e incorporar en cada momento a éstos los últimos descubrimientos de aquélla. Otros países no siguieron el mismo sistema y llegaron al final de la guerra con las posibilidades de explotación de la investigación prácticamente agotadas. Tal fué, creo yo, por ejemplo, el caso de EE. UU., en donde el mismo N.A.C.A., de que hablaremos después, se dedicó principalmente al ensayo y desarrollo de prototipos, que le absorbieron algo así como el 90 % de su actividad en los años de la guerra. La consecuencia fué que su material de vuelo no incorporó novedades notables durante la guerra. El gran esfuerzo de investigación durante la guerra lo realizaron los EE. UU. en la bomba atómica.

La organización de la investigación y desarrollo aeronáuticos alemanes se deshizo al final de la guerra. La mayor parte de las instalaciones fueron destruidas o transportadas a Rusia u otros países de Occidente, y muchos investigadores se dispersaron o se pusieron al servicio de otros países. En la actualidad, desaparecidas las limitaciones impuestas durante los años que siguieron a la derrota, y al recuperar la Alemania Occidental su soberanía, se dispone a reorganizar y desarrollar su investigación aeronáutica. Existe de nuevo el D.V.L., si bien aún no centralizado, y la escasa producción científica ya disponible demuestra

que Alemania se dispone a recuperar en la investigación aeronáutica el rango que supo mantener desde los primeros tiempos de la Aviación. Sirva como ejemplo el interés de los trabajos presentados a la Asamblea anual celebrada por la W.G.L. en Duisburgo, en octubre próximo pasado.

Esta exposición de la investigación y desarrollo aeronáuticos en Alemania no sería completa si no se mencionase el trabajo del Grupo de Peenemünde, que condujo al desarrollo de los cohetes de largo alcance, tales como el V-2. Esta organización no dependía de la Aeronáutica, sino de las Fuerzas de Tierra. La organización estaba dirigida por el General Dörnberger, y su trabajo de investigación, que se inició varios años antes de empezar la segunda guerra mundial, fué notable por lo sistemático y por los resultados prácticos que produjo. Algunas de sus instalaciones supersónicas, trasladadas de Peenemünde a Kochel por los alemanes, para escapar a los bombardeos durante la guerra, fueron capturadas por los americanos al final de ésta y trasladadas a EE. UU., donde constituyeron la base de unos importantes laboratorios de artillería de la Marina, actualmente en servicio (156).

#### **8. Organización del N.A.C.A.**

Como ejemplo de la organización detallada de un establecimiento nacional de investigación aeronáutica, mencionaré el del N.A.C.A. (National Advisory Committee for Aeronautics), remitiendo al lector al trabajo que publiqué recientemente sobre el mismo en *INGENIERÍA AERONÁUTICA* (27), y limitándome a mostrar aquí, en las figuras 12 y 13, un esquema de la organización del mismo y una relación de sus laboratorios, tomados de dicho trabajo.

#### **9. Organización del A.G.A.R.D.**

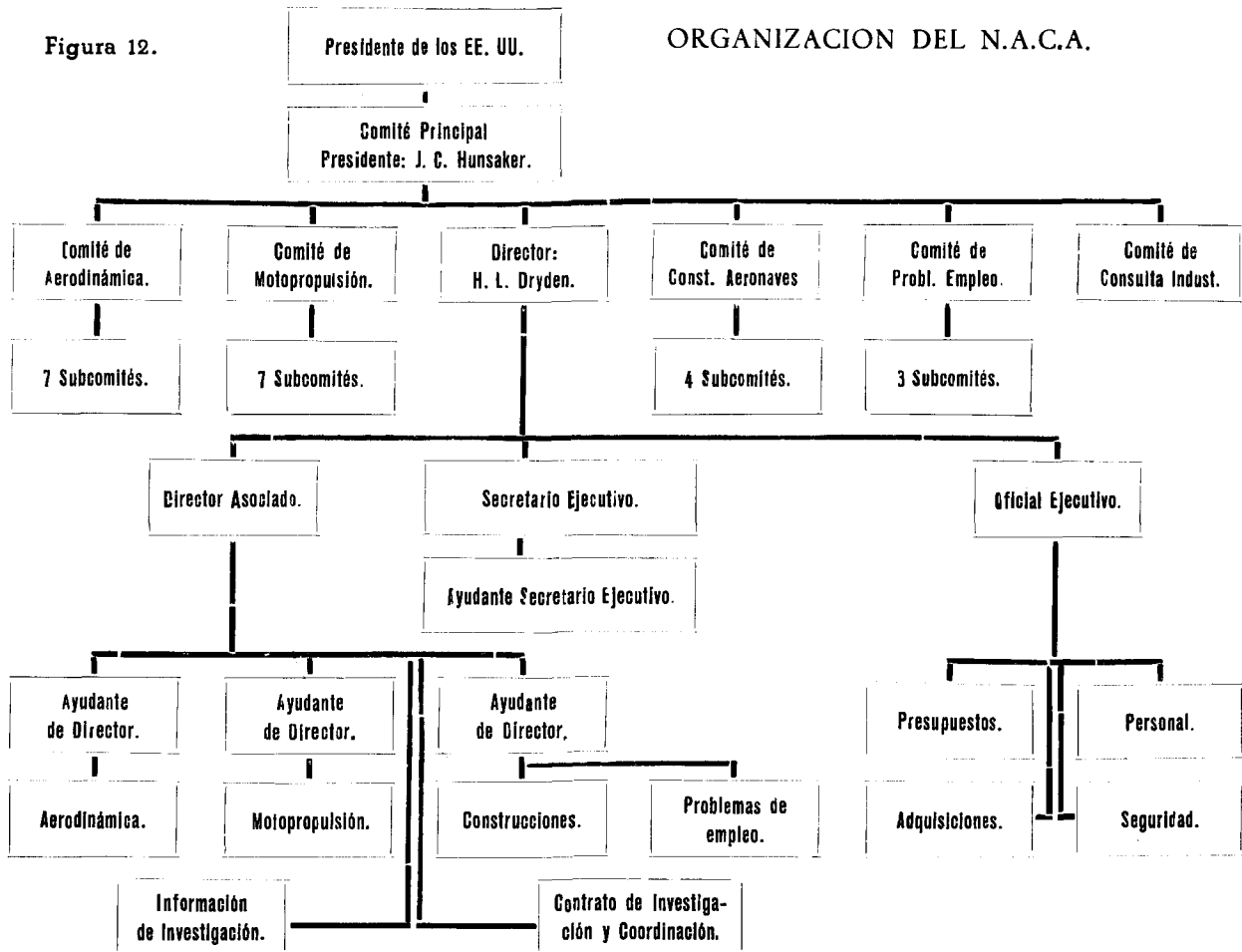
Como ejemplo de cooperación en la investigación aeronáutica, en la escala internacional, mencionaré el A.G.A.R.D. (Advisory Group for Aeronautical Research and Development), es decir, el "Grupo Asesor de la Investigación y Desarrollo Aeronáutico" de la N.A.T.O. Se trata simplemente de un organismo asesor, pero bajo la sabia dirección de su Presidente, el Prof. Kármán, ha realizado una meritoria labor de cooperación internacional, pese a las dificultades de esta modalidad de trabajo. Un excelente ejemplo de dicha labor son las publicaciones editadas por el A.G.A.R.D., o que aparecerán en breve, y los coloquios organizados por el mismo, a algunos de los cuales tuve ocasión de asistir, y que han sido reseñados en nuestra Revista. También me he ocupado recientemente de la organización del A.G.A.R.D. en las páginas de nuestra Revista, adonde remito al lector que quiera conocerla con mayor pormenor (146).

#### **10. La investigación aeronáutica en España.**

Deliberadamente he dejado para el final la reseña de la organización de la investigación aeronáutica en España, con objeto de que, al estudiarla, se tenga una perspectiva general de la forma en que se ha resuelto el problema en otros países. Como, por otra parte, es, sin duda, conocida de todos ustedes, me limitaré a describir muy brevemente su organización. El organismo nacional de investigación aeronáutica en nuestro país, y único que hasta la fecha se ocupa de tal actividad, es el I.N.T.A. E.T. (Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica Esteban Terradas), el cual fué creado por Decreto de 7 de mayo de 1942, y organizado por un conjunto de Decretos y Reglamentos posterior-

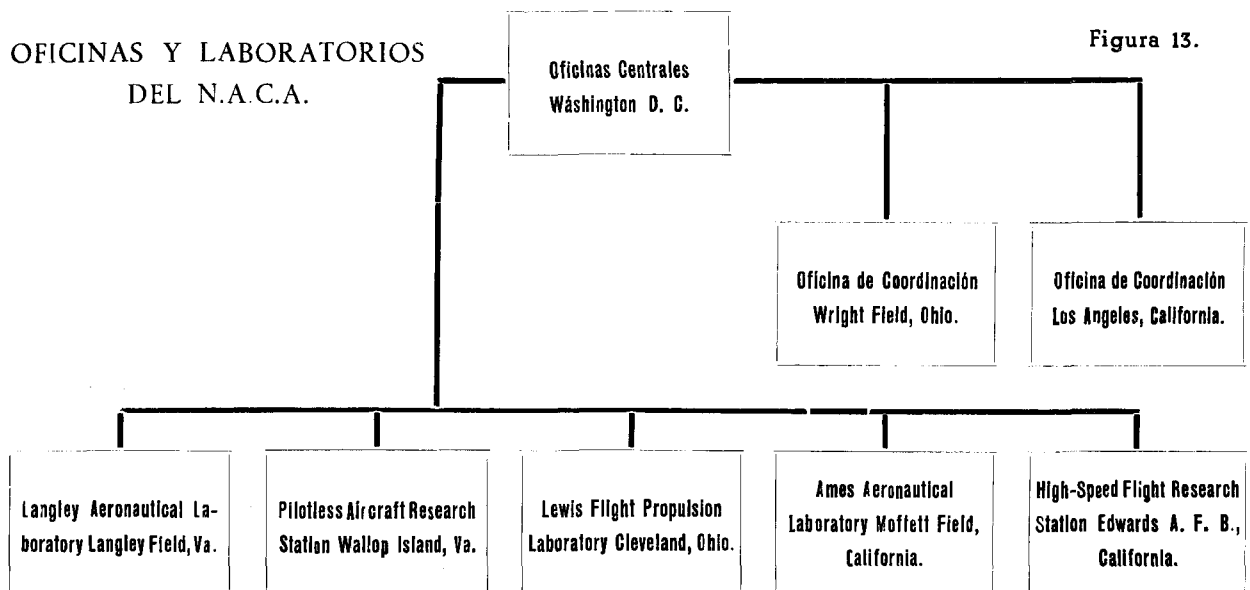
Figura 12.

ORGANIZACION DEL N.A.C.A.



OFICINAS Y LABORATORIOS DEL N.A.C.A.

Figura 13.



res. Sus misiones principales, según se especifica en el Decreto de 26 de enero de 1946, enunciadas concisamente, son las siguientes:

a) Analizar las actuaciones del material aeronáutico.

b) Promover el desarrollo de la Industria, la Ciencia y la Técnica Aeronáutica en España.

c) Estudiar e investigar en el campo de la Técnica Aeronáutica.

d) Publicar trabajos de interés aeronáutico.

e) Contribuir a la formación de los alumnos de la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos.

f) Fomentar la investigación aeronáutica y la construcción de prototipos.

g) Asesorar a los Organismos del Estado en problemas aeronáuticos.

h) Cooperar en el trabajo de

Instituciones similares nacionales y extranjeras.

i) Normalizar de acuerdo con la Industria.

j) Promover el desarrollo industrial.

k) Otorgar becas y promover el intercambio cultural con otros países.

l) Organizar cursos y conferencias.

Resulta, pues, que el I.N.T.A. es un organismo de *asesoramiento, control, normalización, estudio, investigación, enseñanza y fomento* de la Técnica Aeronáutica. En especial es una tarea difícil la de ponderar el reparto de actividades y presupuestos entre las funciones reseñadas, el cual requiere una clara visión de las necesidades actuales y de las perspectivas futuras de lo que dicho Instituto

deba llegar a ser como meta. Su resolución requiere realismo, amplia visión y objetividad.

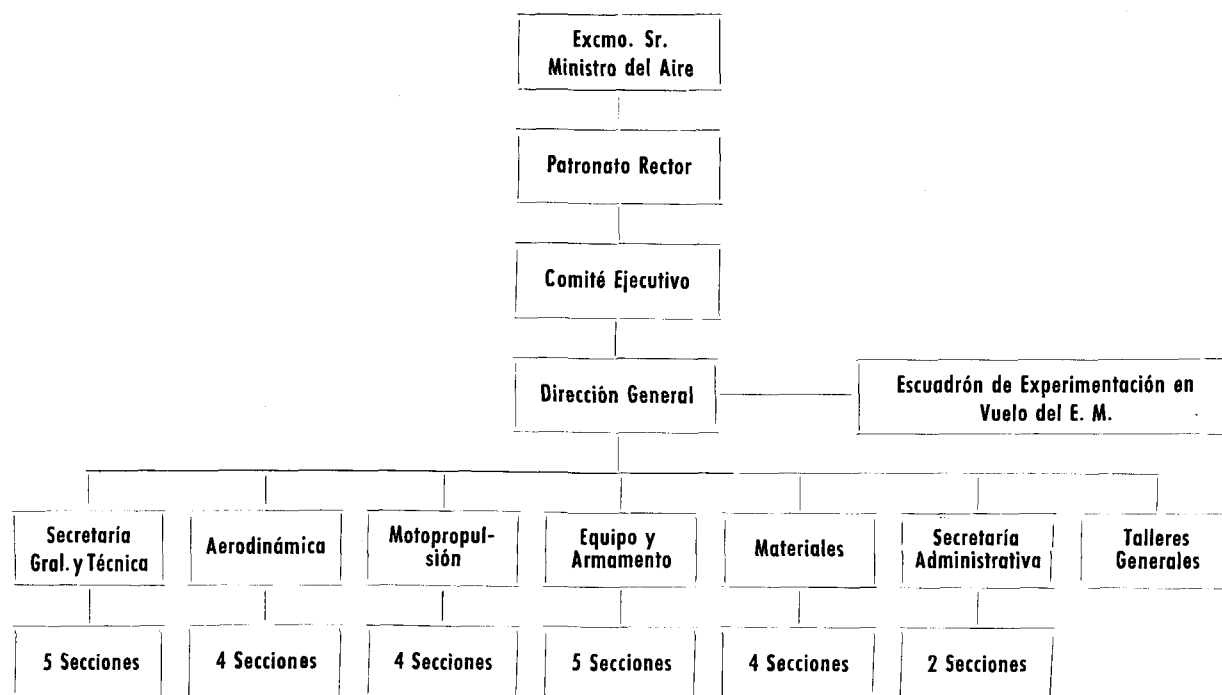
Como el N.A.C.A. y otras instituciones similares de muchos países, es un organismo autónomo, a las órdenes directas del excelentísimo Sr. Ministro del Aire. En la figura 14 se muestra un esquema de la organización general del Instituto, tomada de los Estatutos del mismo. En ella no se especifican las denominaciones de las distintas Secciones, ni las Subsecciones y Laboratorios en que se subdividen cada una de ellas, que son las siguientes:

#### DEPARTAMENTO DE AERODINÁMICA.

1.ª Sección: Aeronaves. — Subsecciones: 1, Aerodinámica Apli-

Figura 14

#### Organización del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica, Esteban Terradas



cada; 2, Estructuras; 3, Ensayos Estáticos y Dinámicos; 4, Fotoelasticidad; 5, Proyectos, Pliegos de condiciones, Reglamentos y Normas e Información.

2.<sup>a</sup> Sección: *Ensayos Aerodinámicos*. — Subsecciones: 1, Túneles de pequeña velocidad; 2, túneles de gran velocidad; 3, túneles especiales; 4, taller de modelos.

3.<sup>a</sup> Sección: *Alas giratorias y Hélices*. — Subsecciones: 1, Proyectos; 2, Ensayos; 3, Alas giratorias; 4, Energía eólica.

4.<sup>a</sup> Sección: *Estudios Aerodinámicos*. — Subsecciones: 1, Aerodinámica y Aerotermodinámica; 2, Analogías; 3, Reología; 4, Hidrodinámica.

#### DEPARTAMENTO DE MOTOPRO- PULSIÓN.

1.<sup>a</sup> Sección: *Coordinación y Homologaciones*. — Subsecciones: 1, Homologaciones en banco y en vuelo; 2, Pliegos de condiciones, Reglamentos y Normas e Información; 3, Taller; 4, Hélices.

2.<sup>a</sup> Sección: *Motores alternativos*. — Subsecciones: 1, Proyectos; 2, Materiales y Cálculos mecánicos; 3, Combustión, Explosión, Detonación; 4, Suspensión y vibraciones; 5, Engrase y enfriamiento.

3.<sup>a</sup> Sección: *Motores de reacción y Máquinas rotatorias*. — Subsecciones: 1, Proyectos; 2, Materiales, Cálculos mecánicos, Vibraciones; 3, Compresores, turbinas y ventiladores; 4, Combustión, toberas y cambiadores de calor; 5, Elementos, sistemas y mecanismos auxiliares.

4.<sup>a</sup> Sección: *Accesorios e Instalaciones*. — Subsecciones: 1, Proyectos; 2, Alimentación, inyección y carburación; 3, Ignición; 4, Bancos de ensayo de accesorios; 5, Instalaciones sobre avión.

#### DEPARTAMENTO DE EQUIPO Y ARMAMENTO.

1.<sup>a</sup> Sección: *Experimentación en vuelo*. — Subsecciones: 1, Instrumentos e instalaciones de ensayos en vuelo; 2, Programación e interpretación de resultados.

2.<sup>a</sup> Sección: *Instrumentos de a bordo e instalaciones*. — Subsecciones: 1, Instrumentos de a bordo mecánicos; 2, Instrumentos de a bordo eléctricos; 3, Paracaídas e instalaciones diversas.

3.<sup>a</sup> Sección: *Ayudas a la Navegación*. — Subsecciones: 1, Física atmosférica y Electricidad; 2, Electrónica.

4.<sup>a</sup> Sección: *Armamento aeronáutico*. — Subsecciones: 1, Armamento, municiones y polígono de tiro; 2, Pólvoras, explosivos y agentes químicos; 3, Instalaciones de a bordo; 4, Cohetes y Astronáutica.

5.<sup>a</sup> Sección: *Optica, Fotografía e Iluminación*. — Subsecciones: 1, Optica; 2, Fotografía y Fotogrametría aérea; 3, Iluminación y Fotometría.

#### DEPARTAMENTO DE MATERIALES.

1.<sup>a</sup> Sección: *Materiales metálicos*. — Subsecciones: 1, Principal de Metalografía y Procesos metalúrgicos; 2, Especial de Química Metalúrgica; 3, Especial de Físico-Química; 4, Especial de Rayos X; 5, Especial de Microscopía electrónica; 6, Especial de Ensayos mecánicos.

2.<sup>a</sup> Sección: *Materiales no metálicos*. — Subsecciones: 1, Madeiras y derivados; 2, Textiles y Fibras; 3, Materiales plásticos; 4, Caucho y derivados.

3.<sup>a</sup> Sección: *Materiales de consumo*. — Subsecciones: 1, Combustibles; 2, Lubricantes y Grasas; 3, Protectivos; 4, Colas, Pegamentos y Varios; 5, Control.

4.<sup>a</sup> Sección: *Física General*.

#### SECRETARÍA GENERAL Y TÉCNICA.

1.<sup>a</sup> Sección. — *Información Técnica, Biblioteca, Ediciones e Imprenta*.

2.<sup>a</sup> Sección. — *Normalización y Estadística*.

3.<sup>a</sup> Sección. — *Obras y reparaciones*.

4.<sup>a</sup> Sección. — *Energía exterior e interior y Red de transmisión*.

5.<sup>a</sup> Sección. — *Personal y Servicios*.

#### SECRETARÍA ADMINISTRATIVA.

1.<sup>a</sup> Sección. — 1, Negociado de Adquisiciones, Depositaria y Almacenes; 2, Negociado de Pagaduría.

2.<sup>a</sup> Sección. — 1, Negociado de Contabilidad y Estadística; 2, Negociado de Contratación, Informes y Legislación; 3, Negociado de Acción Social y Relaciones Laborales.

La experimentación en vuelo la efectúa un Escuadrón de Experimentación en Vuelo dependiente del Estado Mayor del Aire.

A la vista de esta organización quisiera hacer simplemente los siguientes comentarios:

1.º A mi juicio, se observa en ella la falta de Comités técnicos asesores, integrados por especialistas de las diversas cuestiones, procedentes de los distintos sectores de la Técnica Aeronáutica Nacional. Tales Comités se han mostrado sumamente útiles, por su labor de orientación, en otros organismos. Basten dos ejemplos: los Comités Técnicos del N.A.C.A., en EE. UU., y los Grupos de Trabajo del A.G.A.R.D. (\*).

2.º Por lo que respecta al presupuesto actual, de unos treinta y tres millones de pesetas, es a todas luces insuficiente para obte-

(\*) El autor se complace en decir que esta recomendación ha merecido la atención de los dirigentes del I.N.T.A.E.T., en donde, al parecer, se formará en breve alguno de dichos grupos de trabajo.

ner del Instituto el rendimiento que podría dar y para desarrollar a un ritmo razonable las instalaciones y facilidades que requiere un organismo de esta naturaleza y alcance.

3.º También parece evidente que el I.N.T.A. se halla falto del personal técnico que requeriría para el ejercicio natural de sus funciones.

No creo necesario entrar en la descripción de las instalaciones del Instituto, porque, probablemente, son conocidas de todos ustedes.

## 11. Información.

Un problema importante en la investigación y desarrollo es el de la preparación, clasificación y difusión de la información científica y técnica.

Ante la imposibilidad de leer todo lo que se publica, incluso en una determinada especialidad, hay que recurrir a la literatura "digerida", es decir, a las reseñas que facilitan muy considerablemente la tarea de selección. Citaré como modelo a este respecto, por su calidad, las del "Aeronautical Engineering Review", del Instituto de Ciencias Aeronáuticas, o las del "Applied Mechanics Reviews", por la extensión del dominio que cubren, en EE. UU. El "Index Aeronauticus", editado por la Oficina de Información Técnica del Ministerio de Abastecimientos, y las reseñas de "Aircraft Engineering", en Inglaterra; el "Bulletin Analytique", en Francia; las reseñas de l'Aerotechnica", en Italia; donde además, con motivo de una Asamblea General del A.G.A.R.D. celebrada en Roma en 1952, el General Crocco publicó un índice bibliográfico completo de la contribución italiana al desarrollo de la Técnica Aeronáutica, la cual es verdaderamente notable (124).

El sistema de clasificación y or-

ganización de ficheros bibliográficos es un problema importante, del que se ha ocupado con éxito, por ejemplo, el N.A.C.A. Una iniciativa meritoria a este respecto es la del N.L.L. holandés, ya mencionado antes, quien ha organizado recientemente un fichero muy completo de Aerodinámica, del cual se espera se beneficien numerosos países. El A.G.A.R.D. ha organizado recientemente en París un Coloquio de Documentación, para tratar de la normalización de la misma, cuya necesidad se siente más cada día.

Si el resultado de una investigación ha de dar el fruto que de él cabe esperar, y si se desea evitar los inconvenientes de la duplicación de trabajo, es preciso que los resultados de los estudios en curso alcancen una difusión muy rápida, y que lleguen al mismo tiempo a todos los sectores que puedan beneficiarse de los mismos. El problema es de tal índole que ha llevado a la creación de organismos nacionales, cuya única misión es la de compilar, clasificar y distribuir la información procedente de los centros activos. Citaré a este respecto el Z.W.B. (Zentralstelle für Wissenschaftliche Berichterstattung), es decir, el Centro de Información Técnica alemán de la segunda guerra mundial, y el A.S.T.I.A. (Armed Services Technical Information Agency), es decir, el Organismo de Información Técnica de los Servicios Armados, recientemente creado por el Departamento de Defensa en los EE. UU. Este Centro prepara y distribuye un boletín bibliográfico (T.A.B., es decir, Title Announcement Bulletin), fichas bibliográficas, informes bibliográficos sobre los temas que interesen, y, finalmente, facilita los trabajos que se soliciten para consulta. Las oficinas centrales radican en Wáshington, D. C., y el Centro del

Servicio de Documentaciones se halla instalado en Dayton, Ohio. De sus servicios pueden beneficiarse las organizaciones militares del país y las que trabajan para ellas, mediante contratos, dentro y fuera de los EE. UU.

En España, el problema de la adquisición, preparación, publicación y distribución de información, al menos en el dominio que nos interesa, no parece satisfactoriamente resuelto, y creo requeriría una mayor atención y esfuerzo.

Contribuye a facilitar la tarea de información la organización de cursos, conferencias, coloquios y seminarios nacionales e internacionales, cuya utilidad creo innecesario encarecer, por lo que sorprende más aún la poca atención que se presta a estas actividades en nuestro país, en el campo de toda la Ingeniería. También es de lamentar a este respecto la falta de coordinación existente entre las diversas especialidades de la Ingeniería, y la de todas ellas con otros sectores científicos y técnicos del país, así como la falta de actividad de las Asociaciones de Ingenieros, ya mencionada, como agentes de fomento y difusión de la información científica y técnica relativa a sus especialidades. En todas estas tareas podrían participar de modo muy eficaz las Escuelas Especiales de Ingeniería.

El problema de la difusión e intercambio de información científica y técnica se ve agravado considerablemente a causa de las medidas de seguridad nacional, las cuales imponen un riguroso secreto sobre alguno de los descubrimientos más importantes, en todos los países.

\* \* \*

Una exposición de carácter general sobre la investigación en aeronáutica, que pretendiera ser com-

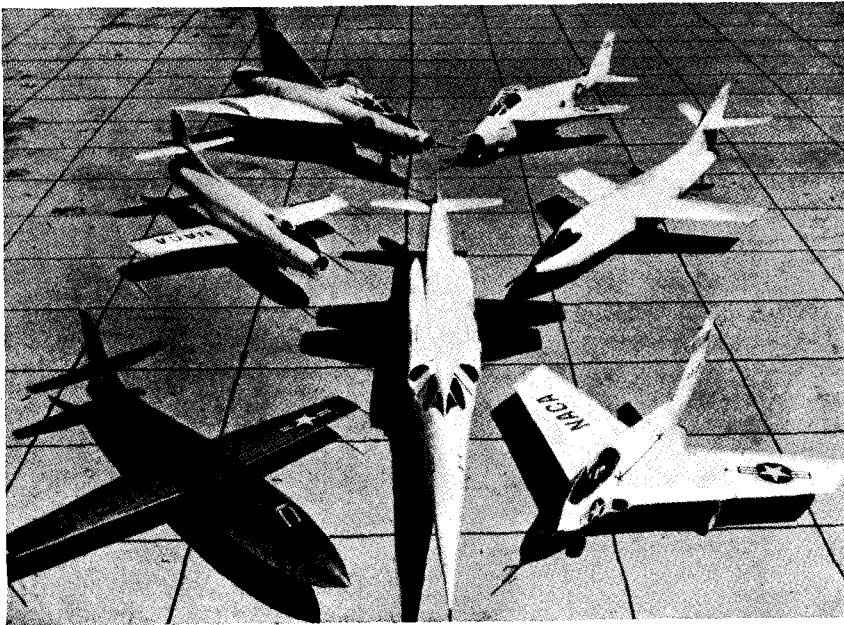


Figura 15.

pleta, debería incluir alguno de los resultados más importantes de tal investigación. La enumeración de los mismos, por muy concisa que pretendiese ser, resultaría demasiado larga, por lo que la reservamos para otra ocasión. Pueden dar una orientación de algunos de los resultados obtenidos, así como de la forma en que se han desarrollado los programas y de los medios requeridos para ello, los trabajos que se citan en las referencias que se dan al final. Aquí me limitaré a citar tres ejemplos, que se refieren, respectivamente, a un problema de investigación aplicada, a uno de desarrollo y a uno de perfeccionamiento de las instalaciones experimentales.

## 12. Programa de investigación supersónica en vuelo.

Como ejemplo de uno de los más ambiciosos programas de investigación aplicada llevados a cabo hasta la fecha en el campo de la Técnica Aeronáutica, cuyos frutos no se han hecho esperar mucho tiempo, citaré el cooperativo entre el Ejército, la Marina y

el N.A.C.A., de los EE. UU., para la experimentación transónica y supersónica en vuelo (21). Este programa se inició en 1945 y en él se decidió construir y ensayar un conjunto de aviones especialmente proyectados para efectuar vuelos transónicos y supersónicos, utilizando para su proyecto la experiencia del N.A.C.A. en el dominio de la Aerodinámica de grandes velocidades. La figura 15 muestra la colección de aviones construidos hasta ahora en dicho programa, excepto el primero de todos, el veterano Bell XS-1, con el que se pasó por primera vez la barrera de sonido en un avión pilotado, en 1947. Algunos de estos aviones han batido *records* mundiales de velocidad oficialmente homologados, y ellos poseerían actualmente los *records* de velocidad y altura, con gran diferencia sobre los demás, si sus últimos vuelos experimentales hubieran sido oficialmente homologados. Por ejemplo, entre los aviones que se muestran en la fotografía puede verse el S-1A, que recientemente ha alcanzado números de MACH superiores a 2,5 y alturas superiores

a los 27.000 m. En especial, en la figura 16 puede verse el avión de flecha variable S-5. Dicha figura muestra las dos posiciones límites del ala en este avión. Los aviones utilizados en este programa se han construido con el exclusivo propósito de adquirir experiencia e información, a escala natural, que sirvan de base para proyectar los aviones supersónicos del futuro. A este programa se debe la supremacía americana en el vuelo supersónico.

## 13. Desarrollo del avión 707.

A título de información sobre la ingente tarea que supone el proyecto y desarrollo de un avión moderno, diré que el avión Boeing 707 que se mostró en la figura 2 fué precedido de más de 150 proyectos diferentes (26), los cuales se iniciaron en 1950 hasta llegar a la forma definitiva en la que puede observarse, por cierto, la influencia de los aviones de bombardeo estratégico B-47 y B-52, construidos por la misma casa, lo que simplificó mucho la tarea del 707. Pese a ello, los modelos de este avión se han ensayado en diversos túneles aerodinámicos durante más de 3.000 horas (el B-47 y el B-52, requirieron cerca de 8.000 horas) (27). Fué preciso ensayar en el túnel cinco modelos diferentes, a saber: Uno convencional, de velocidad pequeña, para ensayos de estabilidad y control, y para obtener los valores de algunos parámetros aerodinámicos. Uno de gran velocidad, también convencional, para ser ensayado en el Laboratorio Aeronáutico de Cornell. Un modelo de acero para ensayos en el túnel transónico de la Casa Boeing. Un modelo de gran velo-

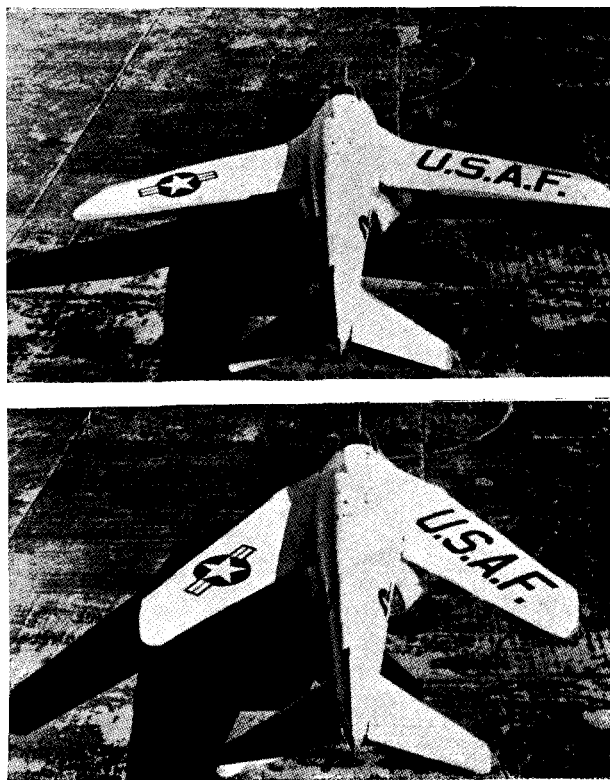


cidad, especialmente preparado para la medición de distribuciones de presión. Un modelo para ensayos de flameo, en aluminio y balsa, el cual debe guardar semejanza dinámica con el original, problema éste muy difícil de resolver. Este modelo fué ensayado en el túnel aerodinámico de la Universidad de Wáshington. El costo total de construcción y ensayo de estos modelos en los túneles aerodinámicos es del orden de 40 millones de pesetas. En la construcción de cada modelo se invirtieron unas cinco mil horas de trabajo y la construcción de los modelos costó unos cuatro millones de pesetas.

#### 14. Túneles transónicos.

Finalmente, como ejemplo de desarrollo del equipo experimental, citaré el problema de los túneles transónicos, recientemente resuelto. Como es sabido, desde hace tiempo se disponía de excelentes túneles aerodinámicos para el ensayo de modelos a velocidades subsónicas y supersónicas. Sin embargo, unos y otros, cuando la velocidad del ensayo se aproximaba a la del sonido, se hacían inútiles, porque se producía un efecto de bloqueo que invalidaba las mediciones en el entorno de la velocidad del sonido. Además, el tamaño del modelo ensayado en un túnel debía ser tanto menor cuan-

Figura 16.



to más próxima a la del sonido fuese la velocidad del ensayo. Por ello, fué necesario desarrollar técnicas especiales para la investigación transónica, algunas de las cuales se hallarán en las referencias (150) y (166). En vista de las dificultades e imperfecciones de estos métodos, el N.A.C.A. emprendió un programa de investigación aplicada (179) para determinar la posibilidad de solución del problema. Este problema ha sido resuelto recientemente mediante el ensayo en

cámaras parcialmente cerradas y abiertas, lo que se consigue utilizando ranuras, orificios o materiales porosos. Por tanto, actualmente es posible efectuar ensayos en el laboratorio a velocidades que van desde un número de MACH cero a números de MACH hipersónicos, sin lagunas, lo que representa una importante conquista en el dominio de las facilidades de investigación. El trabajo desarrollado por el N.A.C.A. en este dominio ha sido secreto hasta hace muy poco tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

La bibliografía que se da a continuación no pretende ser completa ni seleccionada. Simplemente aspira a dar al lector una orientación sobre alguno de los problemas que puedan interesarle. Por ello, al formarla, se han excluido sistemáticamente los trabajos de carácter especializado.

Probablemente, la bibliografía relativa a los diversos temas no se halla ponderada. Ello indica que el autor no ha sabido sustraerse a sus preferencias personales.

Para facilitar la consulta, las materias se han dividido en capítulos y en cada uno de ellos los trabajos se han ordenado según la fecha de su publicación.

Finalmente, hay que advertir que la exclusión sistemática de ciertos temas, tales como Aeropuertos y Ayudas a la Navegación, se debe a no haberse podido coleccionar un número satisfactorio de referencias de tipo general, que fuese suficientemente actual y representativo. Sería de desear que alguien subsanase estas faltas.

### 1. Progreso de la Técnica Aeronáutica.

1. KÁRMÁN, TH. VON: "Progress in Aviation". *Journal of the Franklin Institute*, diciembre 1948, págs. 451-52.
2. TAYLOR, J. M. R.: "Fifty years of flying. An Outline of British Aviation History, 1901-51". *Flight*, 20 julio 1951, págs. 71-82.
3. GARDNER, H. M.: "Prophecy and Achievement in Aeronautics". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, julio 1952, págs. 493-511.
4. MAC MILLAN, N.: "The turbojet, ram-jet and rocket air force of the future". *Aeronautics*, agosto 1952, págs. 24-31.
5. LOCKSPEUSER, Ben: "Progress in Aeronautical Science and Engineering". *The Engineer*, 12 septiembre 1952, págs. 349-51.
6. ANDERTON, D. A.: "New Frontiers of Aeronautic Engineering". *Aviation Week*, 17 noviembre 1952, págs. 21, 25, 26 y 29.
7. HAMLIN, F.: "50th anniversary of Powered Flight". *Aero Digest*, diciembre 1952, páginas 66-88.
8. SAMARAS, D. G.: "The dawn of Aviation's new Era". *S. A. E. Annual Meeting*, Detroit, 12-16 enero 1953. Preprint No. 26, 17 págs.
9. CROCCO, G. A.: "Dal dirigibile al missile". *L'Aerotecnica*, 15 febrero 1953, pág. 6.
10. FURNAS, C. C.: "Next haft century". *Aeronautical Engineering Review*, junio 1953.
11. DRYDEN, H. L.: "The next fifty years". *Aero Digest*, julio 1953.
12. GIL CACHO, E.: "La Aviación en sus Bodas de Oro". *Ingeniería Aeronáutica*, octubre-diciembre 1953, págs. 1-21.
13. LAND, E. S.: "Aviation looks ahead on its 50th birthday". *The National Geographic Magazine*, diciembre 1953, núm. 6.
14. MARTIN, G. L.: "The first half-century of flight in America". *Journal of Aeronautical Sciences*, febrero 1954, págs. 73-84.
15. VADENKERCKHOVE, J.: "L'avion supersonique de demain". *Aero Revue*, 25 febrero 1954, páginas 97-100.

16. HABER, H.: "Man and machine between atmosphere and space". *Journal of Aeronautical Sciences*. Preprint 467. Presentado en la reunión de verano de 1954, del Instituto de Ciencias Aeronáuticas. Los Angeles, 21-24. junio 1954.
17. "America's Air Museum". *Flight*, 3 diciembre 1954, págs. 800-2.

### 2. Progreso de la velocidad.

18. MOLECULE: "How speed records are measured". *The Aeroplane*, 4 julio 1947, págs. 11-13.
19. COOPER, H. S.: "The world's speed record". *Flight*, 25 mayo 1951, págs. 617-19.
20. GABRIELLI, G., y KÁRMÁN, TH. VON: "What price speed". *Mechanical Engineering*, octubre 1950, págs. 775-81.
21. SOULI, H. A.: "High-speed research airplane program". *Aero Digest*, septiembre 1951, páginas 17-22.
22. HANS, F. C.: "Après le mur du son, a l'assault de la barrière thermique". *Air Revue*, 10 mayo 1954, págs. 241-52.
23. LOEBELSON, R.: "Lewis spurs industry toward mach 3 goal". *American Aviation*, 19 julio 1954, págs. 17-18.
24. KILRAIN, W. A.: "Nuclear-powered aircraft are not far off". *American Aviation*, 27 septiembre 1954, pág. 19.
25. "Boeing 707 rolls out; first flight near". *Aviation Week*, 24 mayo 1954, pág. 16.
26. "Stratoliner shows its pedigree". *Aviation Week*, 24 mayo 1954, pág. 38.
27. ANDERSON, D. A.: "Final cost to use influenced 707 design". *Aviation Week*, 9 agosto 1954, págs. 30-42.

### 3. Desarrollo y problemas técnicos.

28. RUSSELL, A. E.: "Some engineering problems of large aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1947, págs. 145-72.
29. LEE, G. H.: "Tailless aircraft design problems".

- Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1947, págs. 109-31.
30. NORTHROP, J. R.: "The development of all-wing aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1947.
  31. ROSENTHAL, L. W.: "The influence of aircraft gross weight upon the size and weight of hules and fuselages". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, noviembre 1947, págs. 874-83.
  32. WEYL, A. R.: "The biology of the flying saucer". (The Story of Low Aspect radio Aircraft.) *The Aeroplane*: I, 13 febrero 1948, páginas 185-7; II, 5 marzo 1948, págs. 279-82; III, 19 mayo 1948, págs. 337-9, IV, 2 abril 1948, págs. 385-7.
  33. LICKLEY, R. L.: "Evolution of the design of one aeroplane". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1948, págs. 357-82.
  34. MASEFIELD, P. G.: "Some economic factors in Civil Aviation". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, octubre 1948, págs. 575-719.
  35. ROBINSON, D. C.: "Some developments in aircraft production". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1949, págs. 39-66.
  36. EDWARDS, G. R.: "Problems in the development of a new aeroplane". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, marzo 1949, págs. 197-252.
  37. LAFITA BABIO, F.: "Algunos problemas actuales de la Técnica Aeronáutica". *Ingeniería Aeronáutica*, abril-junio 1949, págs. 1-28.
  38. SANGER, E.: "The prospects of jet-reaction flight". *Journal of the American Rocket Society*, septiembre 1949 y anteriores.
  39. DRIGGS, I. H.: "Aircraft design analysis". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1950, páginas 65-116.
  40. ROSENTHAL, L. W.: "The weight aspect in aircraft design". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, marzo 1950, págs. 187-211.
  41. BLACK, J.: "Nose design for supersonic flight". *Aeronautics*, abril 1950, págs. 24-27.
  42. WILKINS, C. T.: "The producing of a prototype aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, mayo 1950, págs. 294-313.
  43. FAYREY, R.: "Some aspects of expenditure on Aviation". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, julio 1950, págs. 405-432.
  44. LATIMER-NECDHAM: "Flight refuelling and the problem of range". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, julio 1950, págs. 433-463.
  45. "High speed aircraft design". *Aero Digest*, enero 1951, págs. 76-85.
  46. DAVIDSON, K. S. M.: "Notes on the power-speed-weight relationships for vehicles". *Stevens Institute of Technology, Experimental Towing Tank, Technical Memorandum*, núm. 97, enero 1951.
  47. CLEAVER, A. V.: "Rockets and assisted take off". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1951, págs. 87-102.
  48. ROY, M.: "Power versus weight in Aviation". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, mayo 1951, págs. 265-83.
  49. SAVELY, H. E.: "Human problems in scape from high speed aircraft". *Air University Quarterly Review*, núm. 2, 1952, págs. 65-76.
  50. ANDERSON, D. A.: "Why british push the delta wing design". *Aviation Week*, 22 septiembre 1952, págs. 22-25.
  51. SEND, M. H.: "Systems phenomena in air operation. International research". *Cornell Aeronautical Laboratory Report J. A.-848-61*, diciembre 1952, 48 págs.
  52. HEINEMANN, E. H.: "Airplane weight and cost can be reduced". *Aeronautical Engineering Review*, enero 1953, págs. 20-23.
  53. STILL, E. N.: "Temperature control of jet-engined aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1953, págs. 89-102.
  54. SCHRIEVER, B. A.: "Combat-ready aircraft". *Aeronautical Engineering Review*, febrero 1953, páginas 34-38.
  55. GABRIELLI, G.: "Dal biplano all'ala a delta. Storia dell'evoluzione della forma e della struttura dei velivoli". *Escuola di Guerra Aerea*. Florencia, 2 marzo 1953.
  56. HEINEMANN, E. H.: "Engineering in air power". *Canadian Aviation*, mayo 1953, pág. 26.
  57. HALL, S. S.: "British development of civil aircraft". *Aeronautics*, mayo 1953, págs. 23-33.
  58. CATERTON, W. A.: "Some aspects of high performance jet aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1953, págs. 375-90.
  59. BADIE, R.: "L'avion ail delta". *Technique et Science Aéronautiques*, núm. 3, 1953, pág. 182.
  60. KNERR, H. J.: "Design features for tomorrow transports". *Aviation Age*, julio 1953, páginas 28-9.
  61. MURPHY, J. N.: "Recent developments in the navy's air army". *Aeronautical Engineering Review*, agosto 1953, pág. 24.
  62. JONDON, C. L.: "El trazado de los aviones para el vuelo a grandes velocidades". *Interavia*, número 1, 1954, págs. 47-51.
  63. CASIRAGUI, G.: "L'évolution technique des moyens de transport aérien". *Technique et Science Aéronautiques*, vol. 2, 1954, págs. 92-105. (320 refs.).
  64. FINLAY, D. W.: "Wing design for practical high speed aircraft". Presentado en la reunión de verano de 1954 del Instituto de Ciencias Aeronáuticas. Los Angeles, 21-24 junio 1954. Preprint 482, 6 págs.
  65. HUNN, M. B. A.: "Quelques problèmes relatifs à l'étude et à l'établissement des appareils à grand vitesse et méthode théorique de résolution". *Technique et Science Aéronautiques*, núm. 4, 1954, págs. 221-34.
  66. PENNELL, M. L.: "Evolution of the Boeing jet

- tanker-transport design". *Aeronautical Engineering Review*, agosto 1954, págs. 32-6.
67. ABEL, R. C.: "The architecture of wings". *Aeronautics*, octubre 1954, págs. 40-3.
  68. NORDLI, R. L.: "Installations Barrier". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  69. HODDER, E. S.: "Problems of high speed flight". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  70. JONES, T. V.: "Capabilities and operating cost of possible future aeroplanes". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  71. HEINEMANN, E. H.: "Design of light-weight, high performance military aircraft". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  72. BALLHAUS, W. F.: "Clear design thinking using the aircraft growth factor". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  73. CONWAY, W. J.: "Factors affecting the design of thin wings". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  74. ALLEN, F. C.: "Unsymmetrical flight loads problems in supersonic aircraft". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  75. HOWLAND, W. L., y BUZZETTI, C. J.: "Flight load measurements and analysis". *S. A. E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  76. PUCKEY, W.: "Where goes the aircraft industry". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, noviembre 1954, págs. 769-78.
- #### 4. Seguridad en vuelo.
77. OSWALD, W. B.: "Operating safety and requirements of the modern transport". *Journal of Aeronautical Sciences*, febrero 1939, páginas 127-36.
  78. FREEMAN, M. B.: "A review of the aerodynamics of flight load factors in relation to the safety regulation". *Journal of Aeronautical Sciences*, julio 1945, págs. 320-28.
  79. BROWN, V.: "Accident investigation in relation to aircraft design". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, septiembre 1949, págs. 829-58.
  80. NORTH, J. D.: "Some aspects of the relationship between airworthiness and safety". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, octubre 1949, páginas 915-36.
  81. BERGIN, K. G.: "The physiological aspects of air safety". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, octubre 1949, págs. 937-48.
  82. JAMES, W. G.: "Air safety from the pilot's point of view". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, octubre 1949, págs. 949-64.
  83. HANDLEY PAGE, F.: "Vers un avion plus sur et une infrastructure moins chère". *Technique et Science Aéronautiques*, 3, 1950, págs. 135-56.
  84. JACKSON, C. N.: "Some aspects of air safety". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, septiembre 1950, págs. 587-601.
  85. HANDLEY PAGE, F.: "Towards slower and safer flying, improved take-off and landing, and cheaper airports". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, diciembre 1950, págs. 722-40.
  86. LEDERER, J.: "Infusion of safety into aeronautical engineering curricula". *Flight*, 5 octubre 1951, pág. 462.
  87. LEDERER, J.: "The Bermuda air safety seminar of 1952". *Aeronautical Engineering Review*, mayo 1952, págs. 25-30.
  88. JOY, C. F.: "Safety in aircraft design". *Handley-Page Bulletin*, verano 1954, pág. 9.
  89. MANGUSIAN, G. N.: "Is the present aircraft structural factor of safety realistic?". *Aeronautical Engineering Review*, septiembre 1954, páginas 63-75.
- #### 5. Transporte aéreo.
90. SHEVILLE, R. S.: "Operational aerodynamics of high-speed transport aircraft". *Journal of Aeronautical Sciences*, mayo 1948, págs. 133-43.
  91. AZCÁRRAGA, L. DE: "La Ingeniería aeronáutica y el transporte aéreo". *Ingeniería Aeronáutica*, enero-marzo 1949, págs. 3-18.
  92. CRIBBET, SIR GEORGE: "Some international aspects of air transport". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, noviembre 1950, páginas 669-94.
  93. PAZÓ MONTES, J.: "Algunas facetas interesantes del transporte aéreo". *Ingeniería Aeronáutica*, octubre-diciembre 1951, págs. 1-14.
  94. SMITH, J.: "Air transportability with mats". *American Society of Mechanical Engineers. Annual Meeting*. New York, 30 noviembre a 5 diciembre 1952.
  95. PATTERSON, W. A.: "Air transport problems". *American Aviation*, 16 febrero 1953, páginas 16-21.
  96. LITTELWOOD, W.: "Technical trends in air transport". *Journal of the Aeronautical Sciences*, abril 1953, págs. 225-79.
  97. STAPP, J. P.: "Crash protection in air transport". *Aeronautical Engineering Review*, abril 1953, páginas 71-8.
  98. DU MERLE, G.: "Rentabilité des avions commerciaux". *Technique et Science Aéronautiques*, número 3, 1953, pág. 131.
  99. TOMASINO, S.: "Recenti sviluppi et avvenire del trasporto aereo dei passeggeri". *Bolletino del Centro per lo Sviluppo dei trasporti aerei*, mayo-junio 1953, págs. 41-55.

100. KAPPEL, L. C.: "Jet transport transition-What are the problems?". *Aviation Age*, julio 1953, páginas 32-8.
101. ARNOLD, M. W.: "Air-Line point of view on state of the turbine powered transport in the United States". *Aeronautical Engineering Review*, agosto 1953, págs. 37-39.
102. LEE, F. B.: "The status of the turbine-powered transport in the United States". *Aeronautical Engineering Review*, agosto 1953, págs. 29-33.
103. SMITH, C. B.: "The case for the turboprop". *Aero Digest*, febrero 1954, págs. 21-4.
104. "Air transportation". Número especial de *Aviation Age*, marzo 1954.
105. KELLY, R. D., y KASTER, H. B.: "Simulated jet transport operation". United Air Lines S. A. E. National Aeronautics Meeting, abril 1954 (*Esso Air World*, vol. 6, núm. 6, mayo-junio 1954).
106. "Jet transport evolution". *Aero Digest*, mayo 1954, pág. 60.
107. HALE, F. C.: "Human factors in jet transport design". *Aeronautical Engineering Review*, octubre 1954, págs. 84-96.
108. LEE, F. B.: "The civil aeronautics administration and turbine-powered transportation". *Air World*, noviembre-diciembre 1954, páginas 63-99.

#### 6. Aviones de carga.

109. HACKNEY, L. R.: "Air cargo trends in the United States". *Lockheed Aircraft Corporation. Rept. No. S. L. R./1005*. Septiembre 1952, 74 págs.
  110. DE BOER, D. Sj.: "Air cargo development in Europe". American Society of Mechanical Engineers Annual Meeting. New York, 30 noviembre a 5 diciembre 1952. Trabajo núm. 52-A-116, 10 págs.
  111. TYDON, W.: "Military air cargo carrier trends". *Aeronautical Engineering Review*, julio 1953, páginas 39-44.
  112. PRADAL, J.: "Avènement de l'ère de l'avion cargo civil; conséquences pour la conception et la fabrication". *Technique et Science Aéronautiques*, número 4, 1954, pág. 235.
  113. THOMSON, D. M.: "Development of new cargo helicopters". *Aeronautical Engineering Review*, agosto 1954, págs. 63-70.
117. Comisión de Política Aérea de los EE. UU.: "Sobreviviendo la época aérea". 2.<sup>a</sup> Sección del Estado Mayor del Aire. Madrid, 1948.
  118. DAVIES, H.: "Flight research at high subsonic speeds". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, agosto 1948, págs. 483-512.
  119. DRYDEN, H. L.: "The aeronautical research scene, goals, methods and accomplishments". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, julio 1949, págs. 623-66.
  120. "Key to the future. A special report on Air Force research and development". *Air Force*, junio 1950, págs. 15-56.
  121. THORNTON, F. C.: "Planning and aircraft development". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, mayo 1951, págs. 303-22.
  122. DAVIES, H.: "Some aspects of flight research". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1951, págs. 325-61.
  123. "NACA transonic research". *Shell Aviation News*, agosto 1951, págs. 11-14.
  124. CROCCO, G. A.: "Aeronautical research in Italy, in the past and in the future". AGARD, AG1/PI, págs. 21-134. París, 1952.
  125. HALL, S. S.: "Government collaboration in aircraft development". S. A. E. National Aeronautical Meeting New York, 21-24, abril 1952, Preprint núm. 764, 25 págs.
  126. MCLARREN, R.: "Naca previews to-morrow". *Aero Digest*, septiembre 1952.
  127. PHILLIPS, J. F.: "The role of university research and utilization of scientific personnel by the United States Air Force". AGARD, AG1/PI, páginas 15-19. París, 1952.
  128. SOMMER, A. V.: "The pilot is the limit". *Aero Digest*, diciembre 1952, págs. 17-25.
  129. BLACK, J.: "Research Review". *Aeronautics*, abril y mayo 1953, págs. 38 y 30-34.
  130. "Key to survival. Research and development". *Aviation Age*, junio 1953.
  131. BLACK, J.: "Research review I, II". *Aeronautics*, noviembre-diciembre 1953, págs. 36-40.
  132. "Alemania. Su resurgimiento científico". *Ingeniería Aeronáutica*, enero-marzo 1954, páginas 35-37.
  133. YEARGER, C. E.; SCOTT, A.; CROSSFIELD; DUKE, N.; POTOCKI, W. S., y CARPENTIER, R.: "A report on the fourth general Assambly of AGARD". *Aeronautical Engineering Review*, septiembre 1954, pág. 42. (Resumen de la discusión sobre los problemas del vuelo transónico)

#### 7. Investigación y desarrollo.

114. SEEWALD, F.: "The work of the D.V.L.". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, vol. 43, 1939, págs. 508-45.
115. LEWIS, G. W.: "Some modern methods of research in the problems of flight". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, vol. 43, 1939, páginas 771-800.
116. FARREN, W. S.: "Research for aeronautics. Its planning and application". *Journal of Aeronautical Sciences*, abril 1944, págs. 95-109.

#### 8. Centros de investigación y desarrollo.

134. SIMON, L. E.: "German research in world war II". John Wiley and Sons. Inc. New York, 1947.
135. "Aero-engine research at Thornton". *The Aeroplane*, 25 abril 1947, pág. 414.

136. "The National Gas Turbine Establishment". *The Aeroplane*, 3 octubre 1947, págs. 473-4.
137. "Telecommunications research at Malvern". *The Aeroplane*, 4 junio 1948, págs. 662-3.
138. GRAY, G. W.: "Frontiers of flight, the story of N.A.C.A. research". Alfred A. Knopf. New York, 1948.
139. MILLÁN, G.: "¿Qué es la O.N.E.R.A.?". *Ingeniería Aeronáutica*, enero-marzo 1950, páginas 37-40.
140. PAZÓ MONTES, J.: "El Colegio aeronáutico de Cranfield". *Ingeniería Aeronáutica*, julio-septiembre 1950, págs. 19-22.
141. VIEWIG, W. V. R.: "Testing naval ordnance task of the Research and Development Center at Inyokern". *Ordnance*, julio-agosto 1952, páginas 70-3.
142. "Swedish Aeronautical Research". *Flight*, 14 noviembre 1952, pág. 616.
143. SHEPHERD, C.: "Through the curtain to Woomera". *The Aeroplane*, 7 noviembre 1952, páginas 630-33.
144. "La investigación aeronáutica en Europa". *Interavia*, núm. 7, 1953, págs. 375-99.
145. MILLÁN, G.: "Organización del N.A.C.A.". *Ingeniería Aeronáutica*, octubre-diciembre 1953, páginas 23-28.
146. — "Organización del A.G.A.R.D.". *Ingeniería Aeronáutica*, enero-marzo 1954, págs. 29-32.
147. KÁRMÁN, TH. VON: "Banco de cerebros de la N.A.T.O.". *Ingeniería Aeronáutica*, abril-junio 1954, págs. 32-34.
148. FERRIER, A.: "The Canadian Aeronautical Institute". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, noviembre 1954, págs. 779-82.
155. "Túneles supersónicos de succión". *Ingeniería Aeronáutica*, abril-junio 1949, págs. 81-3.
156. MILLÁN, G.: "Asamblea inaugural del Naval Ordnance Laboratory, de EE. UU.". *Ingeniería Aeronáutica*, julio-septiembre 1949, páginas 49-57.
157. GABRIELLI, G.: "Le gallerie aerodinamiche in Italia e all'estero". *L'Aerotecnica*, 15 noviembre 1949, págs. 273-80.
158. EULA, A.: "Impianti aerodinamici sperimentali". *L'Aerotecnica*, 15 febrero 1950, págs. 3-24.
159. DUBOIS, G.: "Souffleries à grandes vitesses et à densité variable". *Technique et Science Aéronautiques*, 2, 1950, págs. 83-112.
160. LOVESEY, A. C.: "Modern methods of testing aero-engines and power plants". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1950, páginas 327-58.
161. DICKINSON, D. R. H.: "Prototype testing of aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1950, págs. 359-70.
162. HILLS, R.: "Use of wind tunnel model data in aerodynamic design". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1951, págs. 1-26.
163. PIERRE, M.: "La soufflerie sonique de l'O.N.E.R.A. à Modane". *Atomes*, julio 1951, páginas 219-33.
164. FASSO, G.: "Les essais aérodynamiques à Modane". *Atomes*, julio 1951, págs. 233-37.
165. CRISTOPHER, J.: "Les essais de moteur d'avion à Modane". *Atomes*, julio 1951, págs. 237-40.
166. STACK, J.: "Experimental methods for transonic research". Reseña en *Flight*, 7 septiembre 1951, páginas 281-82.
167. MILLÁN, G.: *Memoria del viaje efectuado a Estados Unidos por el Director del Instituto, el Secretario general y técnico del mismo y el autor*. I.N.T.A.E.T., 1.º octubre 1951, 109 páginas.

#### 9. Instalaciones de investigación y desarrollo.

149. MILLIKAN, C. B.: "New wind tunnel reaches sonic speed range". *Aviation*, julio 1945.
150. MILLIKAN, C. B.; SMITH, J. E., y BELL, R. W.: "High speed testing in the Southern California Cooperative Wind Tunnel". *Journal of Aeronautical Sciences*, febrero 1948, págs. 69-88.
151. TSIEN, H. S.: "Wind-tunnel testing problems in Superaerodynamics". *Journal of Aeronautical Sciences*, octubre 1948, págs. 573-80.
152. DELSOSSO, L. A.; BEY, L. G., y RENYL, D.: "Full-scale free-flight ballistic measurements of guided missiles". *Journal of Aeronautical Sciences*, octubre 1948, págs. 605-15.
153. KANE, E. D., y FOLSON, R. C.: "Problems and progress in low-pressure research". *Journal of Aeronautical Sciences*, vol. 16, 1949, páginas 46-54.
154. TAYLER, R. F.: "The design and development of the helicopter rotor testing tower". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, mayo 1949, páginas 449-60.
168. HOLTNER, J. S., y ASCANI, F. I.: "Facilities and equipment for testing high speed aircraft". *S.A.E. National Aeronautic Meeting*, New York, 21-24 abril 1952. Preprint núm. 759, 18 págs.
169. HOFFSTROM, B.: "A modern engine test plant". *S.A.E. National Aeronautic Meeting*, New York, 21-24 abril 1952. Preprint núm. 762, 20 págs.
170. DAVIES, W. V.: "Flight test and facilities for naval aircraft". *S.A.E. National Aeronautic Meeting*, New York, 21-24 abril 1952, Preprint número 760, 16 págs.
171. RUPTASH, J.: "Supersonic wind-tunnels. Theory, design and performance". Toronto University, Institute of Aerophysics. Report núm. 5, junio 1952, 185 págs. (122 referencias).
172. KENDRICK, J. B.: "A visit to project snort". *Aviation Age*, agosto 1952, págs. 47-53.
173. BONNEY, W. T.: "Flying laboratories; special high



speed test planes compile vital aeronautical data". *Ordnance*, noviembre-diciembre 1952, páginas 418-21.

174. WALKER, W. J.: "The world's largest wind-tunnel". *Aeronautical Engineering Review*, mayo 1954, págs. 80-86.
175. MCLARREN, R.: "Naca transonic tunnel". *Aero Digest*, mayo 1954, págs. 21-23.
176. MILLÁN, G.: "Túneles aerodinámicos cooperativos de la A.I.C.M.A.". *Ingeniería Aeronáutica*, abril-junio 1954, págs. 43-45.
177. FERRI, A.: "Progress in supersonic wind-tunnel design". *Applied Mechanics Review*, agosto 1954, pág. 329 (29 referencias).
178. "The Havilland gas dynamics laboratories". *Flight*, 22 octubre 1954, págs. 607-9.
179. ALLEN, H. J.: "Transonic wind-tunnel development of the N.A.C.A.". 4.ª Reunión del Grupo de Trabajo de Túneles Aerodinámicos e Instrumentos del A.G.A.R.D., 2-6 noviembre 1954. París.

#### 10. Aerodinámica.

180. KÁRMÁN, TH. VON: "Turbulence and skin friction". *Journal of Aeronautical Sciences*, vol I, página 1, 1934.
181. RELF, E. F.: "Aerodynamic research at the National Physical Laboratory". *Journal of the Aeronautical Sciences*, febrero 1939, páginas 142-46.
182. JACOBS, N. E.: "Preliminary report on laminar flow airfoils and new methods adopted for airfoil and boundary-layer investigations". *N.A.C.A. ACR.* 29, junio 1939.
183. STACK, J.: "Compressible flow in aeronautics". *Journal of Aeronautical Sciences*, abril 1945, páginas 127-48.
184. KÁRMÁN, TH. VON: "Faster than sound". *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 15 mayo 1945, págs. 144-55.
185. RELF, E. F.: "Recent aerodynamic development". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1946, págs. 421-48.
186. TSIEN, H. S.: "Superaerodynamics, Mechanics of rarefied gases". *Journal of Aeronautical Sciences*, diciembre 1946, págs. 653-64.
187. SMELT, R.: "A critical review of german research on high speed air flow". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, vol. 50, 1946, páginas 899-934.
188. MAIR, W. A.: "Research on high speed aerodynamics at the Royal Aircraft establishment from 1942 to 1945". *Report and Memorandum* No. 2222 (1946).
189. CHARTERS, A. C.: "Some ballistic contributions to Aerodynamics". *Journal of Aeronautical Sciences*, marzo 1947, págs. 155-66.
190. KÁRMÁN, TH. VON: "Supersonic Aerodynamics-Principles and applications". *Journal of Aeronautical Sciences*, julio 1947, págs. 373-409.
191. BROCARD, J., y HUSSENOT, F.: "French practical aerodynamic methods". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1949, páginas 487-526.
192. DUDDY, R. R.: "High lift devices and their uses". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, septiembre 1949, págs. 859-900.
193. RICHARDS, E. J.: "A review of aerodynamic cleanes". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, marzo 1950, págs. 137-86 (25 referencias).
194. YOUNG, A. D.: "The drag effects of roughness at high subcritical speeds". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, agosto 1950, páginas 534-40.
195. BEAVAN, J. A., y HOLDER, D. W.: "Recent developments in high speed research in the aerodynamics division of the National Physical Laboratory". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, septiembre 1950, págs. 545-86 (63 referencias).
196. FAYE, A.: "Some aerodynamic advances". *Reseña en Flight*, 7 septiembre 1951, págs. 281-82.
197. RIEGELS, F.: "The problem of drag". *Interavia*, agosto 1952, págs. 51-54.
198. SULKIN, M. A.: "Aerodynamic heating in high speed flight". *Aviation Age*, septiembre 1952, págs. 28-29.
199. GAZLEY, C.: "Boundary-layer stability and transition in subsonic and supersonic flow". *Journal of Aeronautical Sciences*, enero 1953, páginas 19-28.
200. "La forma del ala supersónica". *Interavia*, número 1, 1953, págs. 21-25.
201. MILLÁN, G.: "La barrera del sonido". *Revista de Aeronáutica*, febrero 1953, pág. 123.
202. PERKINS, C. D., y HAZEN, D. C.: "Some recent advances in boundary layer and circulation control". Fourth Anglo-American Aeronautical Conference, 15-17 septiembre. Londres, 1953.
203. KÁRMÁN, TH. VON: "Aerodinámica. Temas seleccionados a la luz de su desarrollo histórico". *I.N.T.A.E.T.*, junio 1954, 214 págs. (135 referencias).
204. LACHMAN, G. V.: "Laminarization through boundary-layer control". *Aeronautical Engineering Review*, agosto 1954, págs. 37-51 (44 referencias).
205. DOENHOFF, A. E., y LOFTIN, L. K.: "Present status of research on boundary-layer control". *Journal of Aeronautical Sciences*, diciembre 1954, págs. 729-60.

#### 11. Motopropulsión.

206. KEMPER, C.: "Aircraft engine research at the National Advisory Commite for Aeronautics". *Journal of Aeronautical Sciences*, octubre 1939, páginas 479-84.
207. BANKS, F. R.: "Power units for future aircraft".

- Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1947, págs. 35-53.
208. OWNER, F. M.: "Power installations". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1947, págs. 71-108.
209. MAGUIRE, D. R.: "Enemy jet history". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1948, páginas 75-84.
210. WATSON, E. A.: "Gas turbine combustion problems". *The Aeroplane*, 6 junio 1948, páginas 588-89.
211. BANKS, F. R.: "The art of the Aviation Engine". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, septiembre 1948, págs. 527-50.
212. STILL, E. W.: "Some aspects of power plant development". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, diciembre 1948, págs. 767-98.
213. ELLERBROCK, H. H.: "NACA investigations of gas-turbine-blade cooling". *Journal of Aeronautical Sciences*, diciembre 1948, págs. 721-30.
214. MENDIZÁBAL, J. J.: "Posible evolución de los sistemas de propulsión en el futuro próximo". *Ingeniería Aeronáutica*, enero-marzo 1949, páginas 19-37.
215. SILVERSTEIN, A.: "Research on aircraft propulsion systems". *Journal of Aeronautical Sciences*, mayo 1949, págs. 193-226.
216. ROY, M.: "Evolution passee et future des engines propulsifs". *Technique et Science Aeronautiques*, número 5, 1949.
217. LONGWELL, J. P.: "Combustion problems in ram-jet design". *Journal of Aeronautical Sciences*, diciembre 1949, págs. 707-13.
218. ARMANDIAS, M.: "Le moteur d'aviation dans le dix années a venir". *Technique et Science Aeronautiques*, 1, 1950, págs. 50-63.
219. *Flight*, 11 mayo 1950. Número dedicado al desarrollo del motor de reacción, con motivo del décimo aniversario del primer vuelo efectuado en Gran Bretaña con aviones propulsados por reacción.
220. WILLIAMS, G. L.: "Basic studies on flame stabilization". Preprint núm. 222. *Journal of Aeronautical Sciences*, 1950.
221. LUNDIN, B. T.: "Theoretical analysis of various thrust augmentation cycles". N.A.C.A. Technical Report núm. 981, 1950.
222. NÚÑEZ RODRÍGUEZ, A.: "Consideraciones sobre el aumento del empuje en los turborreactores". *Ingeniería Aeronáutica*, enero-marzo, 1945, páginas 1-10.
223. CONSTANT, H.: "The application of research to the gas turbine". *Transactions of the North East Coast*, I, vol. LXIX, enero 1953, Inglaterra.
224. "Gas turbine progress report". *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, febrero 1953, págs. 121-234 (334 referencias).
225. CECCARINI, V.: "Studi e orientamenti nel campo del combustibile et dei lubrificanti avio negli Stati Uniti". *L'Aerotecnica*, abril 1953, página 141.
226. CLEAVER, A. V.: "Nuclear energy rocket propulsion". *The Aeroplane*, junio 1953, pág. 736.
227. ROMÁN ARROYO, J. M., y MORA AGÜES, A.: "Los motores de turbina y las actuales tendencias en los combustibles de Aviación". *Ingeniería Aeronáutica*, abril-junio 1954, págs. 1-10.
228. FORSYTH, A. C.: "Power plants for rotary wing aircraft". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 15 septiembre 1953, Londres.
229. "Why not an atom-powered plane?". *Aero Digest*, abril 1954, págs. 21-23.
230. SILVERSTEIN, A.: "Some aspects of research on nuclear power for aircraft". Presentado en el Institute of Aeronautical Sciences. (Reseña *Av. Week*, 24 mayo 1954, págs. 28-34).
231. "Atomic power: notes on some of the problems involved and N.A.C.A. research". *Flight*, 9 julio 1954, pág. 38.
232. KUHACH, K. H.; RITCHESKE, W. F., y STRAUSS, K. H.: "Fuel properties and jet engine combustor performance". S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting, 5-9 octubre 1954.
233. BRANT, C. S.: "Experience with synthetic lubricants in aircraft power plants". S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting, 5-9 octubre 1954.

## 12. Estructuras.

234. COLLAR, A. R.: "The expanding domain of Aeroelasticity". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, agosto 1946, págs. 613-36.
235. — "Aeroelastic problems at high speeds". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1947, págs. 1-34 (30 referencias).
236. LUCIEN, R.: "Some recent developments in the landing gear field". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1948, págs. 27-74.
237. SHANLEY, F. R.: "Principles of structural design for minimum weight". *Journal of Aeronautical Sciences*, marzo 1949, págs. 133-149.
238. DUNCAN, W. J.: "Flutter and stability". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1949, páginas 529-57 (72 referencias).
239. PUGSLEY, A. G.: "The development and design of aircraft structures". Conferencia presentada en el Instituto de Ingenieros Mecánicos en Londres, el día 8 de junio de 1951. Reseña en *Flight*, 15 de junio 1951, págs. 711-13.
240. HILL, G. T. R.: "Advances in aircraft structural design". *Flight*, 28 septiembre 1951, páginas 417-18.
241. HOFF, N. S.: "Structural problems of future aircraft". Trabajo presentado en la 2.<sup>a</sup> Conferencia Anglo-americana, septiembre 1951. *Flight*, 12 octubre 1951, pág. 488.
242. GARDNER, H. H.: "Structural problems of ad-

- vanced aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, abril 1952, págs. 221-60.
243. WALKER, P. B.: "The experimental approach to aircraft structural research". *Journal of Aeronautical Sciences*, mayo 1952, págs. 145-72.
  244. CORKE, D. M.: "Aircraft vibration research". *Electronic Engineering. Electronics in Industry Supplement*, núm. 297, 1952, págs. 518-22.
  245. TAYLOR, J.: "Measurement of gust loads in aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1953.
  246. SCHAIRER, G. S.: "Pod mountings of jet engines". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 15 de septiembre 1953, Londres.
  247. HIBBARD, H. L., y MC BREARTRY, J. F.: "Structures for high speed aircraft". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 15 de septiembre de 1953, Londres. *Aviation Age*, noviembre 1953, págs. 32-51.
  248. BRAHAM, W. E.: "The trend of complete aircraft and guided-missile structures toward reinforced plastics". *Aeronautical Engineering Review*, septiembre 1953, págs. 37-40.
  249. TAYLOR, J.: "Structure weight". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, octubre 1953, páginas 646-52.
  250. HITCHCOCK, L. M.: "Development of optimum structure for large aircraft". *Institute of Aeronautical Sciences, Annual Summer Meeting Los Angeles*, 21-24, junio 1954. Preprint 477, 10 páginas.
  251. WILLIAMS, D.: "Recent developments in structural approach to aeroelastic problems". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1954, páginas 403-28.
  252. LEGG, K. L. C.: "Integral construction. A survey and an experiment". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, julio 1954, págs. 485-504.
  253. WILHELM, K. A.: "Structural trends. The use of steel and titanium-alloy extruded shapes in modern aircraft". *Aircraft Production*, agosto 1954, página 301.
  254. LONG, J. V., y CREMER, G. D.: "High temperature all-metal sandwich structures". *S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  255. HATCH, D. M., y CROFUT, W.: "Development of high quality plastics components". *S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, 5-9 octubre 1954.
  256. JOHNSON, J. B.: "Materials for airplane construction". *Journal of Aeronautical Sciences*, marzo 1939, págs. 185-202.
  257. BELL, G. W.: "Use of plastics and allied materials in aircraft construction". *Journal of Aeronautical Sciences*, julio 1942, págs. 341-49.
  258. GRIFFITH: "The problem of high temperature alloys for gas turbines". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1948, págs. 1-26.
  259. CALVO RODÉS, R.: "Las características mecánicas de los materiales y el ingeniero". *Ingeniería Aeronáutica*, julio-septiembre 1950, págs. 1-18.
  260. CALVO RODÉS, R.: "El titanio, metal del porvenir". *Ingeniería Aeronáutica*, abril-junio 1951, páginas 1-12.
  261. HOLL, H. W.: "Some material problems of high-altitude aircraft". Reseña en *Flight*, 7 septiembre 1951, págs. 281-82.
  262. PIPER, TH. E.: "New materials forms required for high speed plane of the future". *Automotive Industries*, 15 septiembre 1952, págs. 42-45.
  263. LONG, J. V.: "Ceramic coating solve high temperature problems". *S.A.E. National Aeronautic Meeting*, Los Angeles, 1-4 octubre 1952. Preprint núm. 821, 12 págs. (14 referencias).
  264. HUGHES, G. E.: "New transparent plastic for aircraft enclosures". *S.A.E. National Aeronautic Meeting*, Los Angeles, 1-4 octubre 1952. Preprint núm. 817, 5 págs.
  265. MILLER, CH. M.: "Elastomers, rubber-like materials". *S.A.E. National Aeronautic Meeting*, Los Angeles, 1-4 octubre 1952. Preprint número 818, 18 págs.
  266. TEED, P. L.: "Titanium. A survey". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, abril 1953, páginas 189-214.
  267. MEBAS, H. G.: "Los materiales de las cámaras de combustión de los motores cohetes". *Interavia*, número 5, 1953, págs. 266-67.
  268. ALLEN, N. P.: "The manufacture and properties of titanium and its alloys". *Metal Treatment*, junio 1953, pág. 245.
  269. HUBBELL, W. G.: "Jet metals". *Aeronautical Engineering Review*, septiembre 1953, páginas 31-36.
  270. DE BRUYNE, N. A.: "Structural adhesives for metal aircraft". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 16 septiembre 1953. Londres.
  271. TOURNAIRE, M. M.: "Evolution des alliages légers utilisés dans la construction des avions modernes". *Technique et Science Aéronautiques*, 5, 1953, págs. 281-88.
  272. CHEIGNY, R.: "Le titane, la métallurgie et ces applications dans l'aéronautique". *Technique et Science Aéronautiques*, núm. 6, 1953, página 365 (13 referencias).
  273. PECHMAN, A.: "Ceramic research at Ryan". *Aero Digest*, abril 1954, págs. 72-75.
  274. DUWEZ, P.: "Some aspects of aeronautical materials research". Presentado en la IV Asamblea General del A.G.A.R.D. Scheveningen. Holanda, mayo 1954.
  275. POMBO ANGULO, J. M.: "El titanio, metal del presente". *Ingeniería Aeronáutica*, julio-septiembre 1954, págs. 1-10.

### 13. Materiales.

276. SHAW, S. L.: "Selection of aircraft construction materials". S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting, 5-9 octubre 1954.
277. PIPER, Th. E.: "Beating the heat barrier". *Aero Digest*, noviembre 1954, págs. 64-72.
290. LUNDBERG, B. K. O.: "The fatigue life of airplane structures". 18th Wright Brothers Lecture. Institute of Aeronautical Sciences. 17 diciembre 1954. Washington D. C. Se publicará en el *Journal of Aeronautical Sciences*, en el número de febrero de 1955.

#### 14. Fatiga.

278. STRANG, C. R.; JACKSON, L. R.; MAC BREARTRY, L. G.; RHODE, R. V., y SCHLEIDER, R. L.: "An evaluation of the importance of fatigue phenomena in aircraft". *S. M. Fairchild Publication Fund Paper*, núm. 105, 34 páginas. Institute of Aeronautical Sciences.
279. JACKSON, L. R.; GROVER, H. J., y MCMASTER, R. C.: "Survey of available information on the behavior of aircraft materials under repeated loads". *Battle Memorial Institute*, 1945.
280. WALKER, P. B.: "Fatigue of aircraft structures". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, agosto 1949, págs. 763-96.
281. DRYDEN, H. L.; RHODE, R. V., y KUHN: "The fatigue problem in airplane structures". *Fatigue and Fracture of Metals*. Symposium en el M.I.T., 12-22 junio 1950. John Wiley and Sons Inc., New York, 1952.
282. WILLIAMS, K.: "Fatigue life of wing components for civil aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, noviembre 1952, págs. 842-48.
283. WALKER, P. B.: "Design criteria for fatigue of wings". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1953.
284. RHODE, R. V.: "Some observations on the problem of fatigue of aeroplane structures". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 15-17 septiembre 1953.
285. COX, H. L.; GADD, E. R.; OWNER, F. M.; STEPHENSON, B. E., y TYE, W.: "A discussion on fatigue". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, septiembre 1953, págs. 559-93.
286. WALKER, P. B.: "Estimation of the fatigue life of a transport aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, octubre 1953, páginas 613-17.
287. GARCÍA SARDINERO, J.: "El problema de la fatiga de los metales". *Ingeniería Aeronáutica*, I, abril-junio 1953, págs. 1-10; II, octubre-diciembre 1953, págs. 1-36; III, abril-junio 1954, págs. 5-31.
288. CHILVER, A. H.: "The estimation of fatigue damage in aircraft wing structures". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1954, páginas 396-402.
289. KULLAS, A. J.: "A plan of attack on aircraft fatigue". S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting, 5-9 octubre 1954.
- MANGURIAN, G. N.: "Effects of operational factors on structural fatigue in fighter type aircraft". S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting, 5-9 octubre 1954.

#### 15. Estabilidad y gobierno.

291. GILRUTH, R. R.: "Requirements for satisfactory flying Qualities of Airplanes". NACA Technical Report n.º 755. Marzo 1941, 9 páginas.
292. UPSON, R. H.: "New developments in simplified control". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, diciembre 1942, págs. 515-520.
293. MILLIKEN, W. F.: "Progress in dynamic stability and control research". *Journal of Aeronautical Sciences*, septiembre 1947, págs. 493-519.
294. WESTHURY, R.: "Hydraulic remote control". *The Aeroplane*, 7 mayo 1948, págs. 531-33.
295. KÁRMÁN, TH. VON: "Theoretical considerations on stability and control at high speeds". *Proceedings of the Joint Aeronautical Conference*, 3-5 septiembre 1948. Londres.
296. LYONS, D. J.: "Some problems of the stability and control of large aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, noviembre 1948, páginas 723-34.
297. — "Present thoughts on the use of powered flying controls in aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, marzo 1949, páginas 253-92.
298. LAZZARINO, L.: "Stabilità, manovrabilità, maneggevolezza e pilotaggio automatico degli aeroplani". *L'Aerotecnica*, 15 diciembre 1949, páginas 364-76 (148 referencias).
299. OWNER, F. M.: "The application of power to aircraft". Conferencia presentada en el Instituto de Ingenieros Mecánicos en Londres, el 8 de junio de 1951. Reseña en *Flight*, 15 junio 1951, páginas 711-13.
300. MILLIKEN, W.: "Dynamic stability and control research". Reseña en *Flight*, 7 septiembre 1951, páginas 281-82.
301. WESTHURY, R.: "Power-operated controls". *Flight*, 2 noviembre 1951, págs. 570-72.
302. YATES, H.: "Maneuverability at high speeds". *Aircraft Engineering*, agosto 1952, págs. 28-30.
303. ROY, M.: "La stabilité transversale de vol et quelques recherches de l'O.N.E.R.A.". O.N.E.R.A. Publication n.º 69. París, 1954.

#### 16. Equipo e instrumentos.

304. O'KANE, B., y FORSYTH-GRANT, M. I.: "Air radio modern Civil-Aviation aids reviewed". *Flight*, 28 abril 1949, págs. 483-88.
305. MEREDITH, F. W.: "The modern autopilot". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, mayo 1949, págs. 409-32.

306. ADAMS, D. E., y UTTLEY, A. M.: "Navigational systems and instrument aids". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, mayo 1950, páginas 269-93.
307. CADELL, C. S., y OKANE, B. I.: "Forty year's progress in air radio". Conferencia presentada en el Instituto de Ingenieros Mecánicos en Londres, el 12 de junio de 1951. Reseña en *Flight*, 15 de junio 1951, págs. 711-13.
308. TRYBUS, M.: "Modern icing technology". Engineering Research Institute. University of Michigan, enero 1952.
309. COOB, H. M.: "Current problems in guided missiles instrumentation". *Photographic Engineering*, número 3, 1952, págs. 119-20.
310. MCCARTHY, E. S.: "Air conditioning systems". *S.A.E. Journal*, agosto 1952, págs. 34-35.
311. OLDHAM, C. A.: "Development in aircraft electrical instruments". *The Aeroplane*, 26 septiembre 1952, págs. 462-64.
312. "Electronics in Aviation". *Aeronautical Engineering Review*, mayo 1953, págs. 38-95.
313. SCHAEZEL, S. S.: "The icing problem". *Flight*, 31 agosto 1951, págs. 246-48.
314. ORR, J. L.; FRASER, D., y MILSUM, J. H.: "Aircraft de-icing thermal methods". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 15-17 septiembre 1953. Londres.
315. BRUN, E. A.: "Review of aircraft icing problems". IV Asamblea General del A.G.A.R.D. Scheveningen. Holanda, mayo 1954.
316. CORY, R. J.: "Aircraft Environments and Airborne Electronic Equipment packaging". *S.A.E. National Los Angeles Aeronautical Meeting*, octubre 1954, págs. 5-9.

#### 17. Ruido.

317. HAMWITZ, B.: "The propagation of sound through the atmosphere". *Journal of Aeronautical Sciences*, diciembre 1941, págs. 35-43.
318. FIELD, R. L.; EDWARDS, T. M.; KANGAS, P., y PIGMAN, G. L.: "External sound levels of aircraft". Fairchild Publication Fund Paper, número 126. Institute of Aeronautical Sciences, 52 págs.
319. SWATZEL, K. D.: "A review of the problem of external aircraft noise". *Aeronautical Engineering Review*, marzo 1953, págs. 49-54.
320. LILLEY, G. M.; WESTLEY, R.; YATES, A. H., y BUSING, J. R.: "Some aspects of noise from supersonic aircraft". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, junio 1953, págs. 396-414.
321. RICE, R. H.: "Discussion of sonic booms". Institute of Aeronautical Sciences. Los Angeles, 18 febrero 1954.

#### 18. Hidroaviones.

322. LIPSCOMB, C. P. I.: "Flying boat problems related to production, control and pressurisation". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, febrero 1947, págs. 132-44.
323. STONT, E. G.: "A review of high-speed hydrodynamic development". *Flight*, 7 septiembre 1951, págs. 281-82 (reseña).
324. KNOWLER, H.: "L'avenir de l'hydravion". *Technique et Science Aéronautiques*, 2, 1952, páginas 74-95.
325. BOWHILL, F.: "The flying boat and its place in Aviation based on experience in the United Kingdom". *Transports and Communications Review*, julio-septiembre 1952, págs. 44-53.
326. STOUT, E. G.: "High-speed water-based aircraft". *S.A.E. National Aeronautics Meeting*. Los Angeles, 1-4 octubre 1952. Preprint núm. 814, 20 págs.
327. KAY, R. R.: "Waterbased jet airliners advocated to pass foreign competition". *Automotive Industries*, noviembre 1952, págs. 48, 49, 114, 116, 118 y 120.

#### 19. Aeronaves especiales.

328. WHITLY, R. H.: "Some operational problems of public transport helicopters". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, enero 1951, páginas 27-42.
329. STEWART, W.: "Some recent helicopter research investigations". *Journal of the Helicopter Association of Great Britain*, abril-junio 1952, páginas 3-12, 13-20.
330. MCCLEMENTS: "British helicopter developments". *Journal of the Helicopter Association of Great Britain*, agosto-octubre 1952, págs. 49-70 (52 referencias).
331. NEW, N. C.: "Introduction to convertible aircraft". *Aero Digest*, noviembre 1952, páginas 48-58.
332. HAFNER, R.: "Le domaine de l'hélicoptère". *Technique et Science Aéronautiques*, 3, 1954, páginas 155-207.
333. MILLER, R. H.: "Some factors affecting helicopter design and future operations". *Fourth Anglo-American Aeronautical Conference*, 1953.
334. "Giraviones 1954". *Interavia*, núm. 1, 1954, páginas 16-31.

#### 20. Ingenios dirigidos.

335. "Woomera. Post-war progress with british guided missiles. The Australian Rocket Range". *Flight*, 13 abril 1951, págs. 429-32.
336. GATLAND, K. W.: "Evolution of the guided missile". *Flight*; 4 mayo 1951, págs. 534-37; 18 mayo 1951, págs. 598-600; 29 junio 1951,

- páginas 768-70; 13 julio 1951, págs. 45-48; 27 julio 1951, págs. 113-16; 3 agosto 1951, páginas 140-43.
337. FAVRET, A. G.: "The first guided missile group". *Antiaircraft Journal*, noviembre-diciembre 1951, páginas 21-23.
338. CARHART, R. R.: "Reliability in guided-missile systems". *Aeronautical Engineering Review*, febrero 1953, págs. 22-26.
339. SHORTAL, J. A.: "The N.A.C.A.'s role in guided missile research". *Aircraft Engineering*, abril 1953, pág. 96.
340. DECKER, M. M.: "Los artefactos de combate dirigidos". *Interavia*, núm. 5, 1953, págs. 240-43.
341. BOWMAN, N. J.: "Recent developments in rockets and guided missiles in the United States". *Aeronautical Engineering Review*, mayo 1953, pág. 20.
342. — "Recent developments in foreign rockets and guided missiles". *Journal of Space Flight*, junio 1953, pág. 1.
343. PORTER, H. H.: "Guided missiles". *Aeronautical Engineering Review*, julio 1953, págs. 24-29.
344. SHORTAL, J. A.: "Guided missiles at Wallops". *Aero Digest*, enero 1954, págs. 38-42.
345. IRVING, C. S.: "Air weapon systems in operation". Presentado en la reunión de verano de 1954 del Instituto de Ciencias Aeronáuticas. Los Angeles, 21-24 junio 1954.
346. "Progress of missile science". *Aero Digest*, número especial, julio 1954, pág. 148.
347. GARDNER, G. W. H.: "Guided missiles. The ground-to-air weapon". *Engineering*, 26 noviembre 1954, págs. 692-94.
- 21. Física atmosférica.**
348. ANON.: "Meteorological aspects of high-altitude flight". Air Weather Service. *Republic Aviation Report*, núm. 847, T.R. 105, 31 diciembre 1944.
349. "Climatic research on a large scale". *The Aeroplane*, 2 enero 1948, págs. 13-15.
350. ROBERTS, H. E.: "The earth's atmosphere". *Aeronautical Engineering Review*, octubre 1949, páginas 18-31 (41 referencias).
351. HISLOP, G. S.: "Clear air turbulence over Europe". *Journal of the Royal Aeronautical Society*, abril 1951, págs. 185-224.
352. VAETH, J. G.: "200 miles ap.". The Ronald Press Company. New York, 1951.
353. KRAGHT, P. E.: "Aviation weather". *Business Flying*, noviembre 1952, págs. 12, 13, 24.
354. VERANNEMAN, N. L.: "Meteorology and aviation". *W. M. O. Bulletin*, enero 1953, páginas 20-25.
355. NEWELL, H. E., y SING, J. W.: "Rocket upper air research". *Journal of the American Rocket Society*, enero-febrero 1953, págs. 7-13.
356. CAMPBELL, P. A.: "Atmospheric characteristics of greatest human significance in aviation of the next decade". *Aeronautical Engineering Review*, abril 1953, pág. 50-54.
357. GREEN, C. F.: "V-2 rocket in upper atmosphere research". *Aero Digest*, noviembre 1953, páginas 20-26.
358. BOYD, R. L. F.; SEATON, M. J. y MASSEY, H. S. W.: "Rocket exploration of the upper atmosphere". Pergamon Press Ltd. Londres, 1954.
359. "La Aviación contra los elementos". *Interavia*, número 4, 1954, págs. 211-242.
360. BALCHEN, B.: "Cold weather problems". 4.<sup>a</sup> Asamblea General del A.G.A.R.D. Scheveningen. Holanda, mayo 1954.
- 22. Aeromedicina.**
361. ANON.: "Synopsis of the aero-medical aspects of jet-propelled aircraft". U. S. Air Force, Aero-Medical Laboratory, Engineering Division, Air Material Command. Dayton, Ohio, enero 1949.
362. BENSON, O. O.: "Trends and transition in aero-medical problems". *Aeronautical Engineering Review*, abril 1953, págs. 45-49.
363. ELLISON, H. V.: "Impact of modern aviation on health". *Aeronautical Engineering Review*, abril 1953, págs. 79-81.
364. SEITZ, C. P.: "The research program of the special devices center, O.N.R., on human problems in flight". Preprint núm. 211. *Journal of Aeronautical Sciences*.